

Seminário

# Os tempos do mundo e o tempo geológico: das aprendizagens ao contributo para a cidadania

Aveiro | 8 e 15 Outubro 2011



de

universidade de aveiro  
departamento de educação

cidtff

centro de investigação

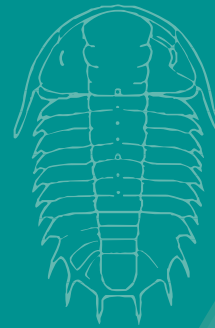
Didáctica e Tecnologia na Formação de Formadores





# índice

- › ficha técnica
- › introdução
- › palestras
- › instrumentos da recolha de dados
- › indicadores de realização do projeto



IX

# ficha técnica

seminário **Os tempos do mundo e o tempo geológico:  
das aprendizagens ao contributo para a cidadania**

comissão organizadora

Luís Marques

Jorge Medina

Jorge Bonito

Margarida Morgado

Graça Monteiro McDade

Dorinda Rebelo

Luísa Martins

organização

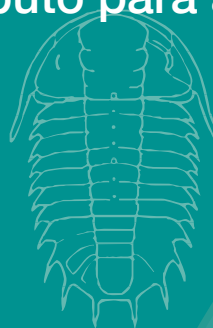
Departamento de Educação | Universidade de Aveiro | Campus Universitário de Santiago | 3810-193 Aveiro | Portugal

Centro de Investigação Didáctica e Tecnologia na Formação de Formadores (CIDTFF) | <http://www.ua.pt/cidtff/>

isbn

978-989-97392-1-5

Outubro 2011

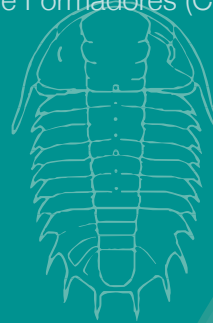


IX

# introdução

Luís Marques

Centro de Investigação Didáctica e Tecnologia na Formação de Formadores (CIDTFF) | [luis@ua.pt](mailto:luis@ua.pt)



IX





## Introdução

Luis Marques | CIDTFF

*Se no passado se vê o futuro e no futuro se vê o passado, segue-se que no passado e no futuro se vê o presente, porque o presente é o futuro do passado, e o mesmo presente é o passado do futuro.*

Padre António Vieira

Este CD-ROM pretende ser o registo possível do Seminário *Os tempos do Mundo e o tempo geológico: das aprendizagens ao contributo para cidadania*, que decorre, nos dias 8 e 15 de Outubro de 2011, com um efectivo apoio do Centro de Investigação Didáctica e Tecnologia na Formação de Formadores (CIDTFF) e do Departamento de Educação, da Universidade de Aveiro.

O Seminário é apresentado no âmbito do projeto de investigação educacional - *Tempo geológico em contexto escolar: contribuição das percepções dos alunos para o desenvolvimento de uma literacia científica dos cidadãos*, integrado na Linha 1 do CIDTFF - Educação, Desenvolvimento e Supervisão. O evento tem como principal finalidade a disponibilização, para discussão e aprofundamento:

- do quadro conceptual que enformou o projeto,
- dos materiais curriculares elaborados,
- de resultados obtidos, desde os que se relacionam, por exemplo, com percepções de alunos acerca do tempo geológico, até aos

que se articulam com a repercussão destas na promoção da cidadania.

O referido projeto foi desenvolvido por uma equipa de sete investigadores, onde se incluem professores, educadores em geociências e geólogos, procurando-se, assim, reforçar as pontes, reconhecidamente necessárias mas difíceis de estabelecer, entre as práticas da sala de aula e as finalidades definidas para a investigação em educação em ciência.

Compreende-se, portanto, que este Seminário tivesse como destinatários principais professores dos ensino básico e secundário (ver lista anexa), muito especialmente professores do Grupo de Recrutamento 520 (Biologia e Geologia). Pretende-se que conheçam e debatam a matriz conceptual, bem como os materiais curriculares, que nela foram elaborados, procedendo a uma apreciação das potencialidades didácticas destes..

O tempo geológico foi a temática escolhida. Assumidamente complexa, como claramente revelam estudos anteriores, e este próprio reforça, foi entendida como um desafio para a equipa de investigação. Procurou-se, depois de uma fase de reflexão sobre a natureza do tempo - essa entidade constituída por instantes que jamais

coexistem - e da elaboração de instrumentos visando a auscultação de percepções dos alunos, dar-se uma atenção muito particular a conceção, elaboração, implementação e avaliação de materiais didácticos. Estes merecem no CD-ROM, tal como no Seminário, um tratamento particular, na medida em que são considerados como uma via susceptível de fomentar o desejável diálogo entre a investigação educacional e as práticas lectivas, constituindo um fator chave desta investigação.

Em termos de organização, o CD-ROM inicia-se com esta secção de **Introdução**, incluindo o programa do Seminário, a qual se segue a das **Palestras**, contendo as intervenções de investigadores sobre: a natureza do tempo e algumas questões acerca do tempo geológico, bem como uma reflexão relativa ao papel da cognição no ensino das ciências. Segue-se a secção sobre os **Instrumentos de recolha de informação**, a qual antecede a de apresentação dos **Materiais curriculares** elaborados. Finaliza-se com aquela em que são apresentados os **Indicadores de realização do projeto**.

No programa, a seguir indicado, correspondente ao primeiro dia do Seminário, é de realçar a





atenção dispensada ao aprofundamento do quadro conceptual que envolve atividades de ensino e de aprendizagem relacionadas com o tempo geológico, bem como um primeiro contacto dos participantes com os materiais curriculares elaborados.

### Dia 8 de outubro

- 9h 15min Abertura do Seminário (António Moreira – Diretor do Departamento de Educação e Isabel P. Martins – Coordenadora do CIDTFF)
- 9h 30min Apresentação do Projeto (Luís Marques – Universidade de Aveiro)
- 10h 00min Tópicos para esboçar uma reflexão de pensamento meditante sobre o significado do tempo na experiência vital e existencial do homem no planeta terra (Manuel Patrício – Universidade de Évora)
- 11h 00m Intervalo
- 11h 30min Tempo geológico: contributos para a sua compreensão (Jorge Medina – Universidade de Aveiro)
- 12h 30min Debate
- 13h 00min Almoço
- 14h 15min Pensar no ensino das ciências com cognição (Jorge Bonito – Universidade de Évora)

- 15h 15min Materiais curriculares no ensino do tempo geológico- Parte I: Conceção com base na investigação (Dorinda Rebelo, Graça Monteiro McDade, Luísa Martins, Margarida Morgado)
- 16h 15min Intervalo
- 16h 30min Materiais curriculares no ensino do tempo geológico – Parte II: Análises e debates
- 18h 30min Encerramento

No segundo dia, como abaixo se mostra, é dada relevância à discussão pelos participantes dos documentos curriculares elaborados, sem esquecer a oportunidade para continuar o enriquecimento conceptual sobre a temática do Seminário.

### Dia 15 de outubro

- 9h 15min Tempo e tempos na história da Terra (Rui Dias – Universidade de Évora)
- 10h 15min Debate
- 11h 00min Intervalo
- 11h 30min Materiais curriculares no ensino do tempo geológico – Parte III: Avaliação da implementação
- 13h 00min Almoço
- 14h 15min Visão dos professores participantes sobre os materiais curriculares

- 15h 00min Intervalo
- 16h 00min Perspetivas sobre o Projeto  
Tempo geológico: simplicidade vs. complexidade (António Soares de Andrade – Universidade de Aveiro)  
Tempo geológico: sua importância nos currículos dos ensinos básico e secundário na promoção da cidadania (Filomena Amador – Universidade Aberta)  
Tempo geológico: implicações no ensino e na aprendizagem (Vitor Trindade – Universidade de Évora)

- 18h 00min Debate
- 18h 30min Encerramento

A finalizar, sublinha-se a realização de um painel constituído por investigadores externos a esta investigação – educadores em ciência e geólogos – que procederão a uma apreciação crítica da conceção, desenvolvimento e produtos do projeto, seguida de debate.

E preocupação dos investigadores do projeto contribuir para que se procurem abordagens curriculares da temática do tempo geológico capazes de proporcionar aos alunos a elaboração de perspetivas bem fundamentadas cientificamente, sem que se esqueçam as grandes implicações sociais a elas intrinsecamente ligadas.

# palestras

Manuel Ferreira Patrício | Universidade de Évora | [manuel.ferreira.patricio@gmail.com](mailto:manuel.ferreira.patricio@gmail.com)

“Tópicos para esboçar uma reflexão de pensamento meditante sobre o significado do tempo na experiência vital e existencial do homem no planeta terra”

Jorge Medina | Universidade de Aveiro | [jmedina@ua.pt](mailto:jmedina@ua.pt)

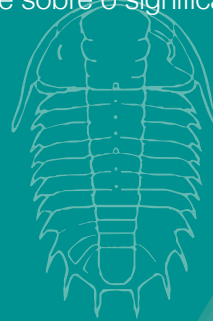
“Tempo geológico: contributos para a sua compreensão”

Jorge Bonito | Universidade de Évora | [jbonito@uevora.pt](mailto:jbonito@uevora.pt)

“Pensar no ensino das ciências com cognição”

Rui Dias | Universidade de Évora | [rdias@uevora.pt](mailto:rdias@uevora.pt)

“Tempo e tempos na história da Terra”



# Tópicos para esboçar uma reflexão de pensamento meditante sobre o significado do tempo na experiência vital e existencial do homem no planeta terra

Manuel Ferreira Patrício | Universidade de Évora

O pensador alemão contemporâneo Martin Heidegger (1888-1976) - que foi, senão o maior, um dos maiores filósofos do séc. XX - fez a certa altura uma distinção pregnante entre duas formas de pensamento: o pensamento calculante e o pensamento meditante. A primeira é emoldurável pela categoria da quantidade e pela metodologia epistemológica da razão experimental; a segunda, pela categoria da qualidade e pela metodologia gnoseológica da razão experiencial ou inteligência experiencial.

À primeira corresponde à pergunta “quanto?”; à segunda, a pergunta “qual?”.

Aristóteles foi o primeiro filósofo a edificar um quadro sistemático das categorias. O homem pensa categorialmente. Deixou-nos o conhecido quadro das categorias que, com alguma variação, se fixou no número de dez. As seguintes: substância, quantidade, qualidade, relação, lugar, tempo, posição, estado, acção, paixão. A substância é aquela a que todas as outras se referem. As definições que dá de cada uma das categorias são um modelo de precisão, direcionalidade e síntese. Passaram, entretanto, quase dois milénios e meio, não o esqueçamos.

A quantidade é aquilo “que é divisível em dois ou vários elementos integrantes, cada um dos quais é, por natureza, uma coisa única e determinada”. A quantidade pode ser discreta, se é numerável; contínua, se é mensurável. A qualidade é “aquilo em virtude do qual se diz de algo que é tal e qual”. É uma definição ontológica; visa conduzir o pensamento ao ser da coisa, ao ser *d’aquilo*.

Pessoalmente, eu podia ter seguido o caminho da reflexão calculante. Gostava de Matemática, tinha jeito para a Matemática. Mas a vida condicionou-me e eu vim a seguir o caminho da reflexão - do pensamento - meditante. Tenho-me sentido bem com essa escolha, embora sinta a falta da outra, também. Nasci para os dois caminhos e só vim na vida a percorrer um...

O colega e amigo Jorge Bonito fez muita questão que eu viesse a este Seminário e participasse com uma intervenção global, integradora, na Sessão de Abertura, esta em que nos encontramos. Não fui capaz de lhe dizer que não, que era de facto o que racionalmente devia fazer. A área científica do Seminário é, à partida, desajustada da minha formação científica, da minha carreira académica e da minha existência. Espero a vossa compreensão e generosidade.

Pensei no que poderia fazer. Achei que podia ter algum interesse para vós oferecer-vos uma reflexão *meditante*. Sou, originariamente, filósofo e pedagogo. Ensinei Filosofia e História ao longo de meio século. Aposentado, mas não amesendado, continuo a trabalhar como me é possível, nestas duas áreas. É de uma certa conjugação dessas áreas que vos vou apresentar uma reflexão a que dei o título - modesto e complexo, mas inteligível e intencional - seguinte: *Tópicos para esboçar uma reflexão de pensamento meditante sobre o significado do tempo na experiência vital e existencial do Homem no Planeta Terra*.

No que respeita à História, é forçoso que essa reflexão seja bastante incompleta. Terei de parar cedo no tempo; no início da era cristã. Será muito escasso o que direi depois disso. Conto, sem lisonja, que ao chegarmos aí tereis percebido o essencial da minha mensagem.

Eu gostaria de tentar, interpretar sumariamente, à cabeça, o título da intervenção que me cabe fazer. Começarei por colocar a seguinte questão, que é central: o que entender por experiência vital? Responderei que é aquilo que acontece a um ente



# Tópicos para esboçar uma reflexão de pensamento meditante sobre o significado do tempo na experiência vital e existencial do homem no planeta terra



Manuel Ferreira Patrício | Universidade de Évora

ou entidade física, o muda, e integra o que ele é e a resposta que dá ao que o rodeia, aceitando que ele se rodeia a si mesmo, ou seja, que é meio para si além de ser o que é.

Só se pode falar de experiência vital a respeito de um ser vivo. Mas mesmo um ser inerte, puramente material, tem alguma forma de experiência, neste sentido - que é lato, mais lato do que pode parecer. Não o sabe e pressupõe continuamente o geólogo? A respeito de uma pedreira, de uma mina, do leito de um rio, de uma montanha, dos oceanos, etc, etc...?

*Physis*, no grego dos pré-socráticos, é *aquilo que cresce*. Ora, não existem formações puramente inertes que crescem, que se transformam, ou seja, que mudam de forma para outra forma, sem saírem da sua realidade física, de *physis*?

Distinta da *physis* é a *psychê*, outra realidade na Natureza. O animal é uma entidade física com *psychê*. Não falemos no vegetal, para não complicar.

O que significa ou é, aqui, “experiência”? A entidade em causa não apenas cresce, mas sente de alguma forma o processo de crescer. Esse sentir é “experiência”. Num sentido diferente, mais fundo e amplo, que o de uma entidade puramente inerte.

Para o *Homo sapiens sapiens*, a experiência é ainda algo de mais fundo e novo, de radicalmente

fundo e novo. Ele sente que sente, ele pensa que pensa, ele chega a pensar-se, tem uma consciência mínima de si mesmo, pode aplicar-se-lhe agora a ideia de aprender. Ele aprende. Ter experiência significa para ele ser senhor de uma aprendizagem. Ele sabe que sabe. O próprio saber lhe aparece como algo distinto de si, objecto para si mesmo, questionável como tudo o mais na Natureza, utilizável como tudo o mais na Natureza.

O *Homo sapiens sapiens* não apenas tem passivamente a experiência; é ela que lhe traz o saber que ele vai transformar em saber novo, que ele próprio pode agora organizar - e organiza - a experiência, para aprender, ou seja, para enriquecer a experiência. Chega à altitude de quem aprende a ser. Esta é a altitude da experiência existencial. Superior à mera experiência vital.

Essa experiência geral do *homo sapiens sapiens* pode assumir duas formas: a) a forma externa, se o seu esforço incidir apenas sobre a exterioridade que ele quer conhecer; b) a forma interna, se o seu olhar e o seu esforço incidirem sobre a interioridade de si mesmo, sobre quem é e o que lhe acontece quando tem/vive a experiência.

Todas as formas de experiência do ser com *psychê* que referi configuram a experiência vital, salvo a última, que configura a experiência existencial.

No Planeta a que pertence, de que é originário, o Homem vive as duas formas de experiência: a vital e a existencial.

Onde situar a experiência reflexiva, cognoscitiva, *externa*? Direi que hegemonicamente na experiência vital.

E onde situar a experiência reflexiva, cognoscitiva, *interna*? Direi que hegemonicamente na experiência existencial.

Para levar a cabo o mínimo de uma experiência sobre o significado vital e existencial do Homem no Planeta Terra, penso que é necessário alcançar uma certa conjugação do pensamento calculante e do pensamento meditante.

Sobre este pressuposto coloco outro: o de que o plano do pensamento meditante, que se apoia no pensamento calculante e se articula com ele, é o que permite ao Homem confrontar-se com o seu próprio destino existencial.

Sendo o tempo central no tema desta reflexão, terei de algo vos dizer sobre o conceito desta entidade. É uma tarefa mais do que difícil, como sabeis. Os maiores filósofos claudicaram aqui, embora nos tenham deixado pistas facinantes para penetrar no abismo do problema.

Vejamos Platão. Deixou-nos esta definição: “O tempo é a imagem móvel da eternidade”.





# Tópicos para esboçar uma reflexão de pensamento meditante sobre o significado do tempo na experiência vital e existencial do homem no planeta terra

Manuel Ferreira Patrício | Universidade de Évora

Quase um milénio depois dele, Santo Agostinho debruçou-se sobre o problema do ser do tempo no livro XI das *Confissões*. Apresento-vos apenas a última tentativa definitiva que dá: “O tempo é uma certa distensão.” Mas ele próprio pergunta, confessando que não sabe responder: “Distensão de quê?”

No séc. XVII, o grande matemático e filósofo Leibniz definiu assim, correlativamente, o espaço e o tempo: “O espaço é a ordem das coexistências. O tempo é a ordem das sucessões”. Magníficas definições, de qualquer modo. Diferentes das do contemporâneo Newton.

Menos boas, ainda que mais famosas, as definições de Kant: “O espaço e o tempo são formas *a priori* da sensibilidade.” Renunciam à realidade.

Imediatamente a seguir a Kant, o pensamento morfológico de Goethe, que não foi propriamente um filósofo nem um cientista, mas que foi um dos maiores pensadores da humanidade até hoje, deixou-nos este pensamento, que envolve uma conceção do tempo e do espaço cósmicos: “Tudo no Universo é um eterno movimento de sístole e diástole.” No fundo, uma conceção próxima da de Santo Agostinho, no final do Livro XI das *Confissões*. O Universo pulsa. Esse pulsar é o

ritmo e a medula do Tempo. É a tal *distensão* de Agostinho.

Einstein e a Física contemporânea vieram revolucionar as concepções até então vigentes do Espaço e do Tempo, coisa que é mais e melhor do vosso conhecimento que do meu. Mas não creio que o problema esteja fechado. A última obra de Stephen Hawking - *The Grand Design* - aí está a prová-lo. E vós cultivais uma ciência que permanentemente vos confronta com o Tempo.

Há ainda a considerar o que o Tempo é, ou será, e o seu *significado*. Tudo ponderado, estaremos em condições de apreender a intencionalidade do título que encontrei para em conjunto reflectirmos, no pórtico deste Seminário. No fundo, a ocupação do Planeta pelo Homem põe-nos o problema do seu significado e, mais angustiadamente, do seu sentido.



O Homem aparece espalhado, disseminado pelo Planeta, desde há muitos milhares de anos, dezenas de milhares. E aparece disseminado por todo o Planeta. Pela Europa, pela América, pela África, pela Ásia, pela Oceania.

A prova mais antiga da sua presença vem de África. É na África Oriental que aparecem os primeiros homínídeos bípedes. A prova é dada pelo esqueleto de *Lucy*, uma fêmea que viveu na Etiópia há cerca de 3,5 milhões de anos. É uma descoberta antropológica fantástica.

É neste período vasto que vai de 3 a 6 milhões de anos que o Homem emerge no Planeta Terra.

Na Ásia, a descoberta mais notável foi a do “Homem de Pequim”, revelador de que um ramo do já extinto *Homo erectus* viveu no Extremo Oriente. Há 300 000 anos.

Os homens modernos chegaram ao Extremo Oriente há 70 000 ou 75 000 anos.

Na Europa, vemos o Homem de Neanderthal aparecer há 120 000 anos. Vive por toda a Europa como caçador-recolector. Há a registar, de particularmente notável, ser a primeira espécie humana a sepultar os mortos.

Há provas da presença do Homem na Oceania vai para 60 000 a 40 000 anos a.C. Originários do Sueste Asiático, são os primeiros colonizadores a chegar à Austrália. Os aborígenes espalham-se em pequenos grupos pelo continente e vivem como caçadores-recolectores até à chegada dos Europeus no século XVIII.



# Tópicos para esboçar uma reflexão de pensamento meditante sobre o significado do tempo na experiência vital e existencial do homem no planeta terra



Manuel Ferreira Patrício | Universidade de Évora

Dêmos uma grande salto no tempo, até 3000 a.C. Olhemos para o Planeta no seu todo. Que vemos? Na Europa, vemos os camponeses europeus fixados em regiões montanhosas, para onde levam o gado a pastar no Verão. Disso é prova irrefutável o homem do Gelo, encontrado nos Alpes.

Na América, vemos o homem nos Grandes Lagos a trabalhar o cobre, metal modelado a partir de martelagem a frio.

Na África, vemos a unificação do Alto Egipto e do Baixo Egipto por Narmer, dando início à civilização do Egipto antigo.

Na Ásia, vemos Cidades-Estado na Mesopotâmia, na Suméria, as quais tinham evoluído desde pequenas povoações. Os Sumérios já tinham inventado a escrita, introduzindo, cerca de 2 700 anos a.C. um novo instrumento para a servir, o estilete.

Dêmos um salto de 500 anos, meio milénio. Estamos em 2 500 a.C.

Na Europa constroem-se monumentos megalíticos nas Ilhas Britânicas. O mais famoso é o de Stonehenge, revelador da posse de extraordinários conhecimentos astronómicos.

Na América, as populações costeiras do sudoeste da América do Norte utilizam recipientes simples de cerâmica.

Em África, o Faraó Khufu constrói uma pirâmide em Gisé, perto da actual cidade do

Cairo, a primeira e a maior das Grandes Pirâmides.

Na Ásia, aparecem as cidades de Harapa Mohenjo como o centro da civilização do vale do Indo. Foram as primeiras urbes construídas em forma de rede e com evoluídos sistemas de drenagem.

Sargão, de Akkad, conquista as Cidades-Estado sumérias e funda o primeiro grande Estado do Médio-Oriente, com sede em Akkad, a Acádia.

A história humana vai acelerando. Mas é humana. O Homem avança na sua presença em toda a Terra.

Dêmos um outro salto de meio milénio. Estamos em torno do ano 2 000 a.C.

Na Europa Central, cerca de 1 800 a.C. , encontramos as rodas maciças de bronze (estamos na Idade do Bronze) substituídas por outras com raios, o que tornou os carros mais leves.

Na América, cerca de 200 a.C., na região do Ártico, nativos americanos constroem barcos especiais - kayaks - e usam arpões para pescar.

Em África, cerca de 2 052 a.C., após um século de confusão, o faraó Mentuhotep reune o Alto e o Baixo Egipto e funda a XI Dinastia.

Na Ásia, cerca de 2 100 a.C., a cidade suméria de Ur retoma o poder quando o rei Ur-Nammu assume o controlo das Cidades-Estado mesopotâmicas.

Cerca de 1792 a.C., Hammurabi sobe ao trono da Babilónia. Durante os 40 anos do seu reinado conquistou quase toda a Mesopotâmia e compilou o primeiro código de leis que se conhece: o Código de Hammurabi.

Dêmos mais um pequeno salto. A aceleração vai-se tornando mais visível.

Na Europa, por volta de 1 600 a.C., a Idade do Bronze atingiu o norte do continente. Aparece a arte musical, patente num instrumento, o *lur*.

Entretanto, no sul, junto ao Mediterrâneo, a cultura micénica brilha e desenvolve-se na Grécia Antiga. Finda a civilização minóica com centro em Creta, a maior potência comercial do Egeu durante mais de um milénio, por volta de 1400 a.C..

Em África, cerca de 1 500 a.C. a viúva de Tutmés II, regente do futuro Tutmés III, torna-se a primeira mulher a ocupar o cargo de faraó. Acontecimento digno de registo na História da humanidade.

Um pouco depois, cerca de 1 370 a.C., o Faraó Akhenaton institui o culto monoteísta do Sol e proíbe o culto aos outros deuses do panteão egípcio. A esposa de Akhenaton é a bela Nefertite.



# Tópicos para esboçar uma reflexão de pensamento meditante sobre o significado do tempo na experiência vital e existencial do homem no planeta terra



Manuel Ferreira Patrício | Universidade de Évora

Akhenaton é declarado herético depois de morrer, cerca de 1 360 a.C. Tinha-se deixado fascinar pelo monoteísmo hebraico.

Um século depois, em 1 260 a.C., Ramsés II manda construir o templo de Abu Simbel, a obra mais impressionante do seu longo reinado de 67 anos.

Na Ásia, por volta de 1 650 a.C., os poderosos Hititas fixam-se no território da actual Turquia. Constroem a capital em Hattusha.

Por volta de 1 200 a.C. as Cidades-Estado fenícias de Biblos, Sídón e Tiro, controlam as rotas de todo o mar Mediterrâneo.

No Norte da China, a dinastia Shang sobe ao poder. Domina os senhores da guerra vizinhos e põe termo a um período conhecido historicamente por “Dez Mil Reinos”.

## **Situemo-nos em 1 200 a.C. até 900 a.C.**

Na América, a cultura chavín impõem-se nas terras altas dos Andes peruanos. Essa cultura Possui conhecimentos avançados em termos de irrigação, metalurgia e arquitectura.

Na Ásia, por volta de 1 050 a.C., o poderio dos Shang atinge o auge com Wu Ding. Após a sua

morte, a dinastia foi derrotada pelos Zhou, cerca de 1 050 a.C.

Entretanto, na Oceania a humanidade também continuava presente e activa. Por volta de 1 000 a.C., alguns artistas aborígenes começam a pintar em estilo rupestre, uma das últimas correntes de arte rupestre que surgiu na Austrália.

Na mudança de milénio, pelos anos 1 000 - 900 a.C. podemos considerar que é nascido o sol da civilização, dando-se por completado o longo período da Alvorada da Civilização, que, como se viu, vai da Pré-História a 900 a.C..

Na Europa termina a Idade do Bronze, devido ao aparecimento de um novo metal, o ferro.

Na América do Norte, pelos anos 1 000 a.C., desenvolvem-se grandes povoados da cultura de Eastern Woodlands.

Na Ásia, David é nomeado Rei de Judá, um ano após a morte de Saul. Pouco depois torna-se Rei de Israel.

Na Oceania, por volta de 900 a.C. marinheiros polinésios colonizam cerca de 800 ilhas do Pacífico, incluindo as Ilhas Fiji, Tonga e Samoa.

Estamos no início do I Milénio a. c.

Insistimos na ideia de que o Homem ocupou o Planeta todo e nele se foi desenvolvendo e realizando. Vejamos como isso aconteceu até ao século que nós, ocidentais, chamamos de Péricles.

Logo ao abrir o milénio - o I milénio a.C. - constatamos a adopção pelos Gregos do alfabeto fenício. Acontecimento axial para a Europa e para o Mundo.

Ao mesmo tempo, na África, a partir de 900 a.C., ocorre a fundação de Cartago pelos Fenícios. Estamos a falar da Tunísia actual. O Mediterrâneo torna-se um grande lago comercial cartaginês.

Na Ásia, ao mesmo tempo, também a partir de 900 a.C., é renovado o Império Assírio, por Assurbanípal II, Rei dos Assírios. Esse império vem a tornar-se a principal potência da Ásia Menor.

Também na América o Homem está instalado e vivo. Em Chavín de Huantar, no Peru, inicia-se a construção da grande pirâmide em degraus.

Na Europa, em 735 a.C. acontece algo de extraordinária importância para o seu futuro e o da nossa Civilização: a fundação da cidade de Roma.

Segue-se, década e meia depois, o início da fundação pelos Gregos de colónias no Mediterrâneo.



# Tópicos para esboçar uma reflexão de pensamento meditante sobre o significado do tempo na experiência vital e existencial do homem no planeta terra



Manuel Ferreira Patrício | Universidade de Évora

Longe, do outro lado do Mundo que nem Gregos nem Romanos suspeitavam sequer que existisse - excepção feita a Platão e ao seu mito da Atlântida -, aparece na bacia do Ohio a cultura de Adena, uma das primeiras civilizações índias da América do Norte, a partir de 700 a.C.

Na África, cerca de 760 a.C., dá-se um acontecimento extraordinário, de modo nenhum menos importante que a chegada de Barack Obama à Presidência dos Estados Unidos da América: o Império Egípcio coroa o seu primeiro Faraó negro, o Rei de Kuch, Kashata. É o triunfo da Núbia, antiga colónia egípcia, sobre os colonizadores.

Em nenhuma parte do Mundo se sabia então que a Terra é redonda. É e era. Na China, Ásia, a dinastia Zhou estende o seu poder por todo o território. A idade do Ferro sucede à Idade do Bronze.

Na mesma Ásia, mas para Ocidente, já a caminho da Europa, cresce o poder o Império Persa, com Dario I, filho e sucessor de Ciro II. Torna-se o Império Persa a principal potência do Médio Oriente.

O tempo continua a sua marcha lenta, rápida, imparável.

Temos agora no esplendor máximo do seu poder os Etruscos, em Itália. A frota grega é derrotada pela frota etrusca ao largo da Córsega, em 540 a.C.

Mas os Romanos estão em crescendo e substituem a Realeza pela República, com o cônsul Lúcio Júnio Bruto, em 509 a.C.

Um pouco antes, cerca de 600 a.C., no Peru afirma-se a cultura Paracas, que se notabilizou na produção de têxteis coloridos.

No mesmo continente, o americano, outra cultura se afirma e esplende: a cultura Maia. Por volta de 500 a.C. é fundada pelos Maias a cidade de Kaminaljuyu, na América Central. É hoje a cidade de Guatemala.

Em África, a presença do Homem faz emergir a cultura Nok, na Nigéria. Esculpiram belas cabeças, os Nok. Corriam os anos 500 a.C.

Dêmos uma olhadela pela Ásia. Que encontramos pela mesma época? Em 560 a.C. ocorre o nascimento do príncipe Siddharta, nos Himalaias, onde é hoje o Nepal. Na sequência de uma iluminação, Siddharta vai transfigurar-se n'O Buda. Acontecimento extraordinário, sem dúvida.

Mas outros acontecimentos extraordinários se davam na China, com a existência de Confúcio e de Lao-Tsé; e na Europa, com a existência

de Pitágoras, Parménides, Heraclito. O mundo estava cada vez mais densamente povoado pelo pensamento, pela inteligência, pelo espírito.

Em meados do séc. V a.C., vencidos os Persas nas Guerras Médicas /Pérsicas, Atenas é a principal potência da região. Estão criadas as condições para a extraordinária explosão do pensamento filosófico e científico. Abre-se a hora dos sofistas, de Sócrates e logo na mudança do séc. V a.C. para o séc. IV a.C. para Platão e Demócrito e, na segunda metade deste século, para Aristóteles.

Ao lado destes acontecimentos de ordem cultural e espiritual, dão-se outros de ordem material. O Homem age sempre, no fundo conjugadamente, nas duas ordens. Os Cartagineses expulsam os Gregos da Sicília. Alexandre Magno conquista o Império Persa. Alexandre, que foi educado por Aristóteles. A sua acção militar é vasta: estende-se ao Egipto e à Índia. A sua acção global é multimoda. Como diríamos hoje, globalizante. Mas não lhe era ainda possível saber qual era o tamanho do Mundo, do Planeta, da Terra.

Na Índia, a Dinastia Máuria, fundadora de um império, adopta o Budismo como a sua principal religião.





# Tópicos para esboçar uma reflexão de pensamento meditante sobre o significado do tempo na experiência vital e existencial do homem no planeta terra



Manuel Ferreira Patrício | Universidade de Évora

Na China, estão formados como grandes forças espirituais, o Budismo, o Confucionismo, o Taoísmo. No Japão, o Xintoísmo.

Em Roma, a República continua a fortalecer-se. Mas é em 264 a.C. que têm início as Guerras Púnicas, nas quais Roma e Cartago disputam o domínio do Mediterrâneo.

Na Ásia, o Japão continua o seu desenvolvimento. A partir de 300 a.C., é fundado o Reino de Yamato.

De igual modo a China, cujo primeiro Imperador surge em 221 a.C., com o líder do clã Qin, Ying Shen.

Entretanto, Aníbal, o chefe cartaginês, afronta e desafia o poder de Roma, atravessando com o seu exército os Pirinéus e os Alpes, em 216 a.C., na II Guerra Púnica.

Mas Roma vai esmagar final e definitivamente Cartago a partir de 146 a.C. com a destruição da cidade pelo exército romano. A cidade vai ser reconstruída a partir de 27 a.C., por ordem do Imperador Augusto. Cartago será de então em diante uma colónia do Império Romano.

Roma aspirava ao Império Universal. Julgavam os romanos. Um outro projecto de universalidade despontava e germinava entretanto na Judeia, que

o exército romano, sob o comando de Pompeu, invadiu umas décadas antes, em 63 a.C.. O reino judeu foi então anexado à recém-criada província da Síria.

É a hora histórica em que nasce Jesus na Palestina, que Roma controlava.

Acontecimento que a História veio a mostrar ser intrinsecamente global. A partir de agora é à escala do Planeta que o Homem é pensado, mencionado e visado.

## IV

A ciência histórica informa-nos que o lugar de origem da espécie humana é, provavelmente, a África Oriental. Data? O Homem Australopiteco, no mínimo há 6 milhões de anos. Quanto ao género Homo, terá surgido há mais ou menos 2 milhões de anos.

Necessitados de alimentação, os homínídeos a que nos referimos partiram de África para outros lugares. Foram os primeiros emigrantes da espécie *Homo erectus*. Vão de África ao sudeste asiático e outros até à Europa do sul. Esta foi a primeira vaga de migrações.

Mais perto de nós, há cerca de 800 000 anos, ocorreu uma segunda vaga de migrações. Foram

entretanto surgindo sub-espécies em certos pontos da Terra: o chamado *Homem de Java*, o *Homem de Pequim*, o *Homo Heilderbergensis* (norte da Europa), o *Homem de Neanderthal* (na Europa em geral).

Foi ainda em África que, em simultaneidade com estes acontecimentos, apareceu uma espécie nova, o *Homo sapiens sapiens*, que veio a disseminar-se por toda a terra, dominando-a sobre todas as outras espécies e sub-espécies. Ocorreu esse facto extraordinário há cerca de 100 000 anos. O Planeta é hoje dominado pelo *Homo sapiens sapiens*.

A sua disseminação pela terra não foi instantânea. Chegou à Europa Central e Austrália vai para 40 000 anos. Atingiu a América mais tarde, via Ásia e estreio de Behring. A sua superioridade sobre as outras espécies e sub-espécies humanas deve-se à sua inteligência e à linguagem.

Na segunda metade do séc.XIX, depois da publicação d'*A Origem das Espécies*, de Charles Darwin, o filósofo alemão Frederico Nietzsche concebeu e deu a conhecer ao mundo a sua obra *Assim falava Zarathustra*. Nela apresentou a sua ideia do Super-Homem. Desafiava os seus contemporâneos com a concepção visionária de que o Homem é aquele que há-de ser superado.



# Tópicos para esboçar uma reflexão de pensamento meditante sobre o significado do tempo na experiência vital e existencial do homem no planeta terra



Manuel Ferreira Patrício | Universidade de Évora

A história do Homem na Terra dá, aparentemente, suporte ao seu visionarismo filosófico. Que se seguirá ao *Homo sapiens sapiens*?... A pergunta não parece descabida. Entretanto, o Homem que conhecemos e somos hoje (*Homo sapiens sapiens*) não apenas se espalhou pelo globo terrestre inteiro, à superfície deste, incluindo as regiões polares, como o fez pelas entranhas da própria terra e dos oceanos, e pelo espaço aéreo. Voou mesmo para o interior do sistema solar, depois da invenção e extraordinário desenvolvimento do avião e da aeronave.

Quando nos é dado contemplar, como a mim me aconteceu na preparação destas reflexões, a paisagem viva e temporalmente móvel das sociedades e culturas do Homem ao longo dos séculos e milénios, ocorre-nos perguntar: porquê aqui, na Terra, e porquê assim? porquê esta identidade e não outra? porquê com esta qualidade? É preciso, seja como for, responder. Por mim, concluí, para além do hábito de racionalidade que a Ciência plasmou e cristalizou na nossa consciência, que trabalha ali uma entidade que mais se parece configurar como um Mistério do que como uma Razão. Há ali um *algo mais*, um *Plus*, que quase vemos evoluir-se da nitidez solar dos factos.

Disso parece ter dado conta o pensamento morfológico de Goethe, recolhido por Spengler na sua obra *A Decadência do Ocidente*, vai para um século. Leio uma página desta obra e estremeço de emoção meditante: “Tudo quanto se nos depara impõe-nos a convicção de que na essência da vida vegetal e animal se verificam uma e outra vez incisivas e repentinas modificações de índole cósmica, as quais não se limitam jamais à superfície da Terra e se subtraem, nas suas causas ou no seu conjunto, à percepção e à inteligência humanas. E vemos igualmente que essas alterações, tão profundas quanto rápidas, actuam na história das grandes culturas, sem que caiba falar de modo algum de causas, influências e objectivos visíveis.” (Oswald Spengler, *A Decadência do Ocidente*, São Paulo, Zahar Editores, 1964, pág. 266).

Leio ainda, um pouco adiante: “A Origem da Terra, a origem da vida, a origem de animais capazes de movimentar-se livremente, são épocas dessa espécie e, portanto, mistérios que devemos aceitar como tais.” (Ib., pág. 267). Esse sentido do mistério encontrou Spengler em Goethe, conjugado com o sentido do destino, que encontrou em Nietzsche - os dois grandes pensadores, os dois grandes vultos, “aos quais, ele o diz, devo quase tudo” (Ib.,

pág. 19). De Goethe, o método; de Nietzsche, a formulação dos problemas. A reflexão global de Spengler sobre a história humana para sobre esta minha intervenção como uma nuvem etérea de tarde de Verão, a filtrar a luz da realidade cósmica derramada no pulsar do tempo sobre nós. Que me seja perdoada a fragilidade intelectual face ao esplendor dessa luz.

Uma outra figura maior do pequeno clube dos teóricos da história que nos alimentaram no séc. XX, na sua primeira metade, quero aqui lembrar: a de Arnold Toynbee. Numa reflexão como a que me esforço por fazer hoje, impõe-se-me recorrer um pouco, brevemente, à sua obra monumental “A Study of History”, ainda que na compendiação ou síntese que dela fez D.C. Sommervell, com a autorização e colaboração do autor.

Toynbee realizou um imenso esforço para interpretar e legibilizar a história da Humanidade na sua globalidade. Fê-lo assentando a sua análise no conceito de Sociedade, encontrando nesta uma unidade inteligível do estudo histórico. Olhou para o Planeta e encontrou, desde logo, 5 sociedades que respondiam a esta exigência de inteligibilidade: 1) a Sociedade Cristã Ocidental; 2) uma Sociedade Cristã Ortodoxa; 3) uma



# Tópicos para esboçar uma reflexão de pensamento meditante sobre o significado do tempo na experiência vital e existencial do homem no planeta terra



Manuel Ferreira Patrício | Universidade de Évora

Sociedade Islâmica 4) uma Sociedade Hindu; 5) uma Sociedade do Extremo Oriente.

A partir desta primeira constatação, desde logo reconheceu a existência de provas fossilizadas de sociedades mortas e desaparecidas, bem como, ao explorar as circunstâncias do nascimento da nossa própria sociedade, encontrou o leito de morte de outra sociedade notabilíssima com a qual a nossa tem uma relação de filialidade.

Esquadrinhando com mais cuidado e pormenor o elenco de sociedades com que se confrontou, Toynbee veio a sintetizar como apresentarei a seguir o quadro de sociedades que se levantaram e afirmaram historicamente no Planeta. Dou-lhe a palavra, para que a síntese seja apresentada pelo próprio: “As nossas investigações apresentaram-nos assim dezanove sociedades, a maioria das quais relacionadas como *paternais* ou *filiais* com uma ou várias das outras: a saber, a Ocidental, a Ortodoxa, a Irânica, a Árábica (estas duas agora unidas na Islâmica), a Hindu, a do Extremo Oriente, a Helénica, a Síriaca, a Índica, a Sínica, a Minóica, a Sumérica, a Hitita, a Babilónica, a Egípcia, a Andina, a Mexicana, a Yucateca e a Maia. Expressámos as nossas dúvidas quanto à existência separada da Babilónia a respeito da Suméria, e alguns dos outros pares quiçá

pudessem considerar-se como sociedades singulares com um epílogo, por analogia com a egípcia. Mas respeitaremos as suas individualidades até que encontremos boas razões para proceder de outro modo. Com efeito, é provavelmente desejável dividir a Sociedade Cristã Ortodoxa em uma Sociedade Ortodoxo-Bizantina e outra Ortodoxo-Russa, e a do Extremo Oriente em uma Sociedade Chinesa e outra Coreano-Japonesa. Isto elevaria o nosso número para vinte e um. (Arnold Toynbee, *Estudio de la Historia, Compendio I/IV*, Madrid, Alianza Editorial, 1970, pp. 65-66).

Durante os anos em que trabalhei no ensino liceal português, como professor de Filosofia, foi-me normalmente distribuído trabalho de ensino da disciplina de História, Universal e de Portugal. Teve então grande utilidade para mim e os estudantes o recurso à grande obra de síntese do historiador sueco Carl Grimberg História Universal, na edição francesa da Editora Marabout Université, em doze volumes.

Começava Carl Grimberg por afirmar: o aparecimento do homem sobre a terra, é essencialmente o nascimento do pensamento, o passo decisivo da reflexão. Pela primeira vez na história da vida, um ser não apenas conhece

mas além disso conhece-se. (Carl Grimberg, *Adaptacion Française sous la direction de Georges-H-Dumont*, Verviers, Belgique, 1963, pág. 9). Acerca da precisão das cronologias paleontológicas o autor prevenia-nos então: “Quando, onde, como foi ultrapassado o limiar da hominização? A despeito das descobertas sensacionais destes últimos anos, a paleontologia deve renunciar a uma reposta precisa.” (*ib.*, pág. 9). As coisas mudaram para melhor desde então.

Não tenho qualquer possibilidade de sequer tentar lançar o meu e o vosso olhar sobre a totalidade da História Universal. O meu propósito é limitado, a estratégia é mais simples. O alcance do olhar não ultrapassará a linha do início da era cristã, no essencial. Parece-me, ainda assim, neste contexto, de utilidade apresentar sumarissimamente o Índice das matérias tratadas no 1º dos 12 volumes da obra de Carl Grimberg. Encontramos os seguintes capítulos:

A Aurora da Civilização (Do Hominídeo ao Homo Sapiens; a transição mesolítica; a metamorfose neolítica);

- Os Egípcios;
- A cultura egípcia;
- Os Babilónios e os Assírios;



# Tópicos para esboçar uma reflexão de pensamento meditante sobre o significado do tempo na experiência vital e existencial do homem no planeta terra



Manuel Ferreira Patrício | Universidade de Évora

- A civilização assíria e babilónica;
- Os Hititas e os povos do corredor sírio-palestiniano;
- Os Medos e os Persas;
- A cultura egeia;
- Os Gregos na época lendária;
- Transformações económicas e sociais da Grécia;

Tem, evidentemente, interesse para nós verificar que o derradeiro capítulo da obra - lembro que de 12 volumes - se intitula: “A conquista do espaço e do tempo. *E amanhã?*” (Ib., pág. 352).

Estamos chegados ao Mundo que nos é familiar. Está formado o Império Romano, que vai dominar um vastíssimo espaço: na Europa, no Próximo Oriente, no Norte de África. Cairá em 475. Forma-se o Império do Oriente. Começa a formação da *Res Publica Christiana*. Surge o Islão. Inicia-se a época das grandes descobertas, por nós Portugueses, no início do séc. XV. Época de uma primeira globalização. Cai o Império Romano do Oriente, em 1453. Desenvolve-se extraordinariamente a Ciência. Com ela a Tecnologia. Eclodem as Novas Tecnologias da Informação e da Comunicação. Eclode com elas a globalização actual. O jornalista Thomas L. Friedman escreve e publica uma obra

significativa, desde logo pelo seu título, *O Mundo é Plano*. Nesse Mundo nos encontramos. Mais uma vez com dificuldades. Ainda, como sempre, com infinitas/imensas expectativas. “O Mundo está a evoluir para uma nova forma”. Qual?

## Referências

Carl Grimberg, *Histoire Universelle*, 12 volumes, adaptation française sous la direction de Georges Dumont, Verviers, Belgique, 1963.

Oswaldd Spengler, *A Decadência do Ocidente*, São Paulo, Zahar Editores, 1964.

Robert Laffont, *Histoire du Développement Culturel et Scientifique de l'Humanité*, 10 volumes, Paris, Unesco, 1967.

ATLAS Historique. *De l'apparition de l'homme sur la terre à l'ère atomique*, Paris, Librairie Stock, 1968.

Arnold Toynbee, *Estudio de la Historia*, 3 vols., Madrid, Alianza Editorial, 1970.

*História Ilustrada do Mundo*, 18 Volumes, Selecções do Reader's Digest, Lisboa, 2006.

Thomas L. Friedman, *O Mundo é Plano - uma História Breve do Século XXI*, Lisboa, Actual Editora, 2006.

## Resumo biográfico do autor

Natural de Montargil (Portalegre). Curso do Magistério Primário, em Évora (1959). Licenciado em Filosofia pela Universidade de Lisboa (1966). Doutor em Ciência da Educação, na especialidade de Filosofia da Educação, pela Universidade de Évora, em 1984. Agregação em Teoria da Educação e Axiologia Educacional, na Universidade de Évora, em 1992. Professor Catedrático Jubilado da Universidade de Évora (2006). Presidente do Instituto de Inovação Educacional (1987-1990). Reitor da Universidade de Évora (2002-2006). Diretor-Geral do Ensino Superior (1993-1996). Sócio correspondente da Academia das Ciências de Lisboa e da Academia Internacional da Cultura Portuguesa. Sócio fundador do Instituto da Filosofia Luso Brasileira e Associação da Educação Pluridimensional e da Escola Cultural (AEPEC). Director Pedagógico do Centro Educativo Alice Nabeiro (Campo Maior). Representou a Academia das Ciências, em Abril de 2010, na XI Assembleia Geral/Conferência da Allea, em Estocolmo. Membro da *Association Internationale des Professeurs de Philosophie*. Autor de várias dezenas de artigos, livros e capítulos de livros e de inúmeras palestras e conferências. Director Artístico e Maestro do Coro de Câmara de Montargil.





## Introdução

Desde a sua formação, o Planeta que habitamos tem sido extremamente dinâmico, o que é testemunhado por diversas transformações geológicas, tais como a formação e o desaparecimento de oceanos e de cadeias montanhosas, ou o aparecimento e extinção de inúmeras espécies de seres vivos. O registo destes eventos encontra-se “escrito” nas rochas.

Para “ler” e estudar este passado geológico são, essencialmente, aplicados dois princípios: o uniformismo, que estabelece que as leis físicas, químicas e biológicas actuais também regeram o passado geológico; e o actualismo, que considera que os fenómenos geológicos ocorreram da mesma forma que actualmente, permitindo a reconstrução do passado e a previsão do futuro.

Para ordenar e comparar eventos geológicos passados (fenómenos e processos que ocorreram durante a evolução do planeta) criou-se uma escala de tempo geológico, a mais padronizada e globalizada possível, de forma a poder ser usada em todo o mundo.

Tratando-se de relações temporais, podem ser adoptadas duas abordagens: Por um lado, pode-se determinar uma sucessão temporal de eventos

sem que se saiba exactamente quando e quanto tempo esses eventos levaram para acontecer, estabelecendo assim uma datação relativa de eventos. Outra alternativa é determinar quando os eventos aconteceram, e qual a sua duração, através da obtenção de uma idade absoluta.

## A datação relativa e a escala do tempo geológico

As datações relativas são aquelas que permitem estabelecer uma relação de tempo entre os acontecimentos geológicos (*mais antigo do que...; mais moderno do que...*), isto é, ordenar temporalmente os acontecimentos. O estabelecimento desta escala de tempo assenta nos seguintes princípios:

- Princípio da horizontalidade original: de uma maneira geral, os estratos depositam-se horizontalmente;
- Princípio da sobreposição: numa sequência de estratos não deformados, o que cobre outro estrato é mais recente do que aquele que está por baixo;
- Princípio da intercepção: uma falha e um corpo intrusivo são mais recentes do que as rochas atravessadas ou fracturadas por eles;

- Princípio da sucessão faunística: os organismos fósseis sucederam-se uns aos outros numa ordem definida e determinada. As espécies, uma vez extintas, não podem voltar a repetir-se;
- Princípio da inclusão: uma rocha que apresente uma inclusão (por exemplo, um clasto ou um fóssil) é mais moderna que essa inclusão;
- Princípio da identidade paleontológica: os estratos caracterizados pelas mesmas associações de fósseis são da mesma idade.

O registo fóssil tem revelado que as formas de vida mudaram ao longo do tempo e o estudo da sua evolução biológica vem apresentando uma sucessão ordenada de organismos que permite fazer a reconstituição de uma história da Terra, aliás, directamente ligada à evolução do tempo geológico. Com este recurso, foi estabelecido um quadro de tempo baseado na existência e evolução de sucessivas faunas e floras fósseis, um conjunto de marcos que servem para definir e limitar unidades que foram estabelecidas com base no aparecimento e extinção de determinadas formas de vida, sua sucessão e diversificação. É possível colocar rochas em ordem cronológica atendendo ao seu conteúdo fóssil, uma vez que:

- cada divisão do tempo geológico possui um conjunto particular de fósseis representativo dos organismos que nele viveram;
- a mesma sucessão biótica registada nas rochas poder ser observada em diferentes locais do globo terrestre, permitindo assim a sua correlação fossilífera ou bioestratigráfica e deste modo estabelecer uma equivalência temporal

Com base nos princípios anteriormente referidos, foi estabelecida uma escala de tempo geológico, dividida em Éons, vocábulo derivado do latim *aeon*, a partir do grego *αἰών* (*aión*), que significa “um período de existência”. Ao intervalo de tempo correspondente à formação da Terra (formação da geosfera; origem dos primeiros minerais e rochas; numerosos fenómenos vulcânicos que expeliram gases pelo espaço; possível origem da atmosfera e hidrosfera) e de outros astros do Sistema Solar deu-se a designação de Hadeano, como referência ao deus grego Hades dos infernos. O Hadeano, a rigor não pode ser considerado um Éon geológico porque não existem rochas tão antigas para caracterizá-lo adequadamente. É reconhecido, actualmente, como “marco zero” da escala do tempo geológico, encontrando-se na Tabela Estratigráfica Internacional da *International*

*Commission on Stratigraphy*, sob a designação *Hadean (informal)* (ICS, 2009).

A origem da vida, com o aparecimento das primeiras células procarióticas e o desenvolvimento da fotossíntese e da atmosfera acumuladora de oxigénio, assinala uma importante mudança na história da Terra, designada pelo Éon Arcaico. Com a evolução biológica, desenvolveram-se as células eucarióticas, que se tornaram cada vez mais complexas, surgindo, posteriormente, os primeiros seres unicelulares: a Terra começava a encher-se de vida. Este “período” da história ficou assinalado pelo Éon Proterozóico, que deriva do latim e que significa, “primeira vida”. A associação entre o Arcaico e o Proterozóico é, comumente, conhecida por Pré-câmbrico. A proliferação de vida, com o desenvolvimento de animais e plantas pluricelulares marca, decididamente, um novo Éon, designado de Fanerozóico, que significa “vida evidente”.

O conhecimento sobre o Fanerozóico permite a divisão do Éon em Eras. No início da Era Paleozóica, a primeira do Fanerozóico, assistiu-se a uma grande diversidade evolutiva da vida animal, explosão assinalada com o Período Câmbrico. Por outro lado, cerca de 90% de todas as espécies animais marinhas extinguiram-se, o que levou os

cientistas a marcarem nesse evento o final da Era. Após esta fase, a Terra presenciou o aparecimento e o domínio de grupos como os dinossauros, as amonites e as plantas com flor, aspectos que deram origem à definição da Era Mesozóica, que significa “vida intermédia”. Esta Era é igualmente conhecida como Idade dos Répteis, das Amonites ou das Cicadófitas. A extinção dos dinossauros permitiu marcar o final da Era Mesozóica. Após esta extinção, os tempos geológicos mais recentes são assinalados com a Era Cenozóica, marcada com a grande evolução dos mamíferos, assumindo a face da Terra o actual aspecto.

As Eras do Fanerozóico podem, ainda, ser divididas em Períodos, Épocas e Andares, indicador, como se referiu, da profundidade do conhecimento deste Éon, quando comparado com o Pré-câmbrico (os Períodos do Proterozóico não são subdivididos em Épocas, assim como as Eras do Arcaico não o são em Períodos).

O conhecimento geológico é maior e mais completo quanto mais recentes forem os eventos geológicos permitindo comparações com acontecimentos mais antigos. Isto sucede porque dos eventos mais recentes existe um melhor registo preservado nas rochas do que dos registos

de eventos mais antigos, que se encontram pior preservados.

Se tivermos em mente a escala do tempo geológico e fizermos corresponder o grau de conhecimento ao “comprimento” de cada uma das Eras que conhecemos, podemos verificar que graficamente 83% é apropriado pelo Fanerozóico (“vida evidente”) embora corresponda, apenas, a 12% da história da Terra (últimos 540 Ma<sup>1</sup>). Em oposição, o Pré-câmbrico, que representa os restantes 88% do tempo geológico (corresponde a aproximadamente 4000 Ma), preenche apenas a extensão de 17% do gráfico (figura 1). Esta percentagem é, de alguma forma, reveladora do grau de conhecimento geológico actualmente existente deste intervalo de tempo, ou seja, podemos dizer que o conhecimento geológico do Fanerozóico é cerca de cinco vezes maior do que o do Pré-câmbrico.

Podemos verificar o grau de conhecimento está directamente relacionado com a existência de rochas sedimentares ao longo do registo geológico. Os eventos encontram-se registados nas rochas, principalmente nas sedimentares. A figura 1 mostra a distribuição das rochas

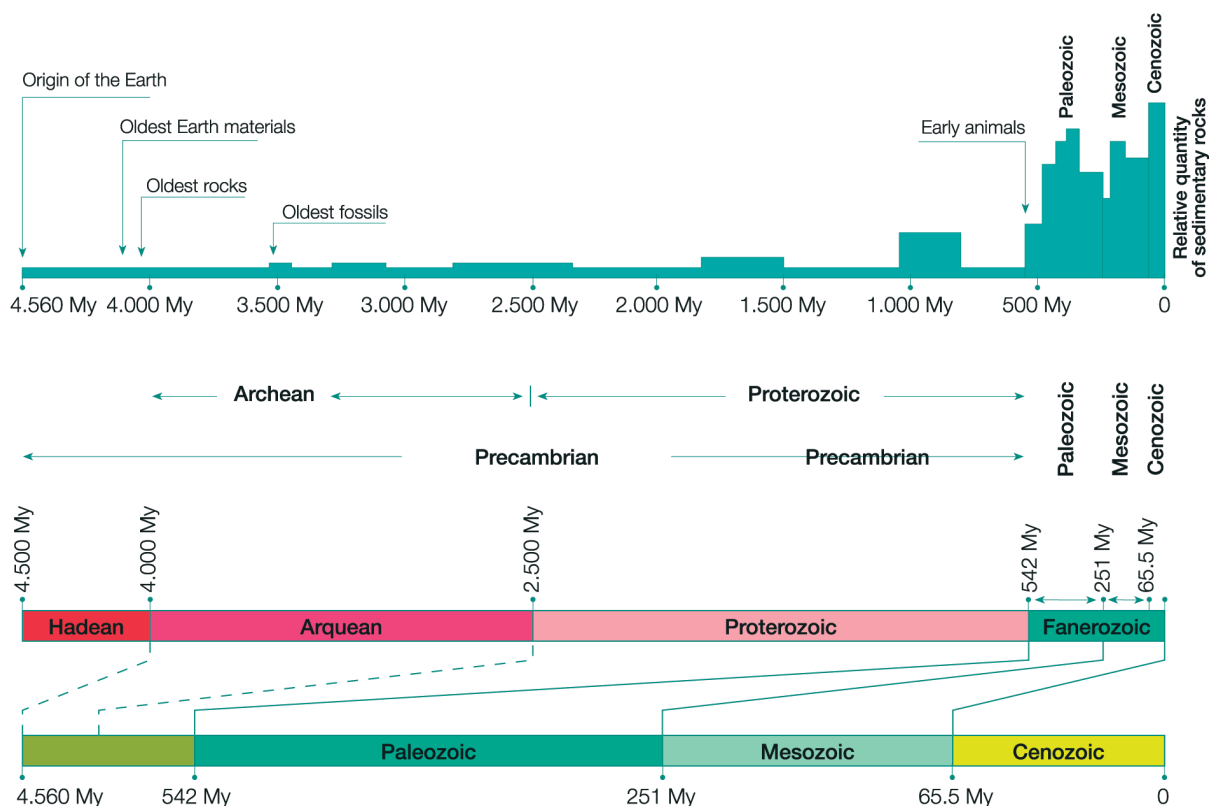


Figura 1: a) Distribuição das rochas sedimentares no registo geológico (Fairchild et al., 2000).; b) Relação entre a extensão dos períodos de tempo geológico e o grau de conhecimento existente sobre eles. Representação gráfica.

sedimentares actualmente existentes no registo geológico. A curva da média de rochas sedimentares preservadas ao longo do tempo geológico sugere que o registo sedimentar diminui quase que geometricamente com a idade. É claro que não houve menos sedimentação no

passado. O que acontece é que quanto mais antigas forem as rochas sedimentares maior são as probabilidades de terem sido erodidas, deformadas e/ou metamorfasadas transformando-se noutras rochas. Se a deformação e/ou um episódio de metamorfismo são nada mais do que

<sup>1</sup> Ma: Milhões de anos (1x10<sup>6</sup> anos)

o registo de um novo evento, a verdade é que este novo evento apaga total ou parcialmente os registos anteriores.

## A datação absoluta e a idade da Terra

Durante o século XIX (finais de 1800 até ao início de 1900) a idade da Terra, e do sistema solar, era calculada com base em quatro métodos principais: método termo-calorífico, física orbital, alteração na química dos oceanos e erosão e sedimentação. Os métodos termo/caloríficos baseavam-se no cálculo do tempo que era necessário para que a Terra arrefecesse a partir de um estado de fusão inicial e, para o Sol, o tempo necessário para que o “combustível” nele existente se extinguísse como resultado da sua normal combustão. A física orbital envolvia cálculos para determinar os tempos de vida orbital dos corpos planetários, principalmente a Lua, a partir dos efeitos de maré que eram conhecidos. Os métodos baseados na mudança da composição química nos oceanos tinham em consideração o aumento, ao longo do tempo, da concentração de um elemento, normalmente o sódio, nos oceanos. Os métodos baseados nas taxas de erosão e sedimentação envolviam a estimativa do tempo requerido para a acumulação de sedimentos existentes

numa secção estratigráfica bem conhecida e cuidadosamente medida, e extrapolação do valor resultante para o tempo geológico.

Estes diferentes métodos, todos eles baseados quer em pressupostos incertos quer em dados inadequados, deram uma grande variedade de valores. Por exemplo, os resultados obtidos pelo método termo-calorífico forneceram valores que variavam entre uma idade de 1,2 Ga<sup>2</sup> para a Terra, obtidos por Haughton em 1865, até 5 Ma para a idade do Sol, calculada por Ritter em 1899 (Dalrymple, 2001). Os cálculos baseados na taxa de erosão e sedimentação davam valores que variavam entre 3 Ma, publicados por Winchell em 1883, até 15 Ga, calculados por McGee em 1892 (Dalrymple, 2001).

Mas a determinação da idade da Terra, tal como a conhecemos actualmente, só seria possível com a descoberta da radioactividade. Em 1896 o físico francês Henri Becquerel descobriu que sais de urânio emitiam espontaneamente raios invisíveis semelhantes ao raio-X, e dois anos mais tarde Marie Curie e o seu marido Pierre descobriram que o tório também emitia uma radiação semelhante. Curie estabeleceu que a

nova radiação era uma propriedade atómica e chamou-lhe radioactividade. Em 1902, Ernest Rutherford e Frederik Soddy, trabalhando em Montreal, chocaram o mundo quando anunciaram que durante o processo de decaimento radioactivo um átomo de rádio espontaneamente se transformou num átomo de radão libertando um átomo de hélio. A partir de um elemento nasceram dois novos elementos, ambos num estado físico completamente diferente do seu pai: um metal transformou-se em dois gases (Lewis, 2001).

A lei do decaimento radioactivo estabelece que o número de átomos radioactivos que sofrem decaimento num dado intervalo de tempo depende sobretudo do número de átomos radioactivos que estão presentes. Ou seja, se houverem 100 átomos de um elemento radioactivo numa rocha cuja taxa de decaimento seja de 10% ao ano, após o primeiro ano decaíram 10 átomos e ficaram 90 por decair; após o segundo ano apenas decaíram 9 (10% de 90) restando 81. Assim, o número de átomos que sofrem decaimento é directamente proporcional ao número que inicialmente estava presente. O número de elementos filho aumenta da mesma forma, desde que nenhum dos átomos pai ou filho tenha escapado. A soma de átomos pai e filho será sempre igual à quantidade que estava

<sup>2</sup> Ga: Giga anos (1x10<sup>9</sup> anos)

presente no início. Então, quando analisamos uma amostra é necessário conhecermos não só a quantidade de elementos filho presentes na amostra, mas também a quantidade de elementos pai.

Rutherford mostrou que todos os elementos radioactivos decaem numa razão constante e mensurável, valor para o qual ele designou “meia-vida”, que é o tempo necessário para que um determinado elemento radioactivo decaia para metade do seu valor original.

Mas a radioactividade como processo físico da matéria não é suficiente se não existirem ideias brilhantes. Uma ideia chave, preconizada por Russel em 1921, era a de que a idade da Terra, ou pelo menos a idade de um grande reservatório planetário como o da crosta, podia ser determinada a partir da abundância relativa de elementos radioactivos pai e filho, nomeadamente o urânio e o chumbo. Com base nos valores médios estimados e publicados até àquela data sobre a abundância de rádio e de chumbo na crosta terrestre e calculando o tempo necessário para se formar esse chumbo a partir do decaimento do tório e do urânio, Russel obteve um valor de 8 Ga como limite máximo e determinou que o limite mínimo para a crosta

seria de 1,1 Ga. Independentemente dos valores obtidos, Russel estabeleceu o conceito de que um corpo planetário ou, pelo menos, que uma parte importante dele, podia ser tratado como um único reservatório e podia ser datado usando os conhecimentos sobre decaimento radioactivo.

Em 1927, Arthur Holmes, geólogo britânico, publicou um pequeno livro onde incluía uma tabela com idades de 23 locais que variavam entre 35 e 1260 Ma, todas compatíveis com o conhecimento geológico desses locais. Holmes, conhecido a nível mundial pela publicação em 1944 do famoso livro de geologia intitulado “Principles of Physical Geology”, é considerado como o “pai” da cronoestratigrafia, já que é a ele que se devem as primeiras tentativas em atribuir datações absolutas a períodos de tempo geológico e é a ele que se deve a primeira tabela “cronoestratigráfica” publicada em 1947. Holmes em 1927 considerou que os valores até àquela data obtidos para a idade da Terra pelos métodos da acumulação de sódio nos oceanos e pela espessura de sedimentos deixavam de ter significado; as idades obtidas pelo método do arrefecimento nem sequer foram mencionadas por ele. Ou seja, as metodologias que foram tão importantes, e pioneiras, no início do século XX para a determinação da idade da

Terra tornaram-se obsoletas perante a evidência da radioactividade.

Outra contribuição importante foi dada por Gerling (1942) que percebeu que a idade da Terra poderia ser calculada a partir da composição isotópica do chumbo de um jazigo com idade conhecida, desde que a sua composição de chumbo “primordial” fosse conhecida e se assumisse que o minério de chumbo representasse uma amostra “fóssil” da composição do chumbo de um reservatório de um só estágio (single stage) dentro da Terra.

Guerling, Houtermans e Holmes dedicaram-se vigorosamente ao estudo do decaimento do urânio para chumbo e generalizaram um modelo para a evolução dos isótopos de chumbo na Terra. Em 1947 Houtermans avançou com o conceito de linhas de igual tempo a que chamou “isócronas” e sugeriu que o melhor valor jamais encontrado para o chumbo primordial poderia ser obtido analisando meteoritos férricos (Dalrymple, 2001).

No mesmo ano, 1947, Patterson e seus colaboradores determinaram a composição isotópica do chumbo e as concentrações de urânio e chumbo na fase ferro-noiquelífera e na fase troilite (FeS) do meteorito férrico de Canyon Diablo, cujo impacto formou a cratera conhecida por Meteor Crater há cerca de 50 mil anos. Na



troilite foi encontrada a mais baixa razão isotópica de chumbo jamais medida e apresentava também muito pouco urânio relativamente ao chumbo. A baixa razão urânio/chumbo encontrada significava que a composição isotópica do chumbo podia não ter sido significativamente alterada desde a formação do meteorito que era até então, em termos de formação, o objecto mais velho que se conhecia. Assim, Patterson e seus colaboradores sugeriram que as razões de chumbo encontradas em Canyon Diablo podiam ser o registo da composição isotópica do chumbo primordial. Patterson e Houtermans rapidamente se aperceberam da importância desta descoberta e, independentemente, usaram os dados de chumbo de Canyon Diablo para determinarem a idade da Terra.

Em Dezembro de 1953, Houtermans publicou um artigo no qual apresenta os cálculos para a obtenção da idade da Terra muito semelhante à actualmente aceite (Houtermans, 1953). Para o cálculo da idade da Terra, Houtermans assumiu dois pressupostos: que a composição isotópica do chumbo aquando a formação da litosfera terrestre era semelhante à medida na troilite de Canyon Diablo e que alguns jazigos de chumbo do

Terciário nos quais foram medidas as composições isotópicas se formaram de acordo com um modelo de crescimento “single-stage” desde o momento da sua origem até à sua formação. Houtermans usou minerais de chumbo de jazigos com idade terciária porque estes são tão jovens quando comparados com a idade da Terra que não interferiam no seu cálculo.

Patterson (1953) apresentou o resultado dos seus cálculos que eram virtualmente idênticos aos obtidos por Houtermans numa conferência três meses antes do trabalho de Houtermans ser publicado. Para o cálculo da idade da Terra Patterson usou a composição isotópica do chumbo meteórico como sendo a composição primordial do chumbo e de mais dois tipos diferentes de materiais para representar a composição actual do chumbo. Um deles foi a composição do chumbo em sedimentos oceânico Recentes e num nódulo de magnésio. O outro foi a composição de chumbo num basalto do Columbia River Basalt (Miocénio). Os resultados obtidos foram 4,51 e 4,56 Ga, respectivamente.

Houtermans e Patterson assumiram haver uma ligação genética entre o chumbo dos meteoritos e o chumbo recente da Terra, embora nenhum deles

tenha argumentado a favor deste pressuposto. Os seus cálculos baseavam-se essencialmente em dois pontos projectados. Patterson em 1956 usando a análise isotópica do chumbo de três meteoritos líticos e da troilite de mais dois meteoritos férricos, verificou que as suas razões isotópicas se alinhavam segundo uma recta (isócrona) cuja inclinação indica uma idade de  $4,55 \pm 0,07$  Ga (Figura 2).

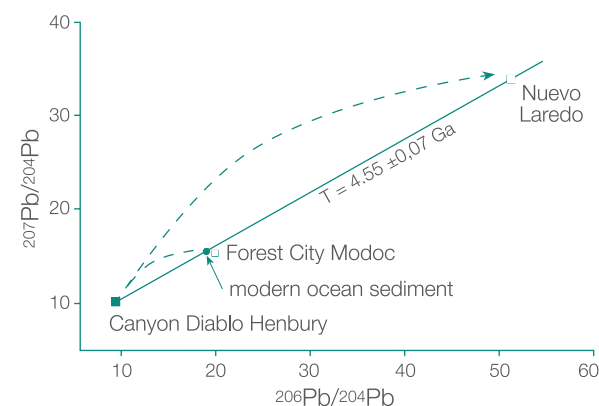


Figura 2: Isócrona obtida a partir das razões isotópicas de chumbo de três meteoritos líticos e dois meteoritos férricos. A composição isotópica de chumbo de sedimentos oceânicos modernos projecta-se na isócrona sugerindo que os meteoritos e a Terra estão geneticamente relacionados e têm a mesma idade.

Modificado de Patterson (1956).



Actualmente é globalmente aceite que o início da sequência de eventos seja marcado pela condensação de matéria sólida a partir da nébula solar que se formou há 4,566 Ga e tenha terminado com o final da acreção da Terra, segregação do núcleo terrestre e formação da Lua, ocorrido num intervalo de tempo equivalente a  $50 \pm 10$  Ma, em que os últimos eventos terão ocorrido há cerca de 4,51 Ga.

Então, e de acordo com Tera (1981) a idade de 4,5 Ga que é aceite como o valor característico para a idade da Terra corresponderá mais à idade da matéria a partir do qual a Terra se formou em vez de corresponder à idade da formação da Terra como planeta. Apesar destas incertezas, que do ponto de vista numérico têm pouco significado, parece não haver qualquer dúvida que a idade da Terra (ou pelo menos, o material a partir do qual foi formada) e do sistema solar ultrapassam, por uma pequena fracção, os 4,5 Ga. Estes valores não variam significativamente dos resultados obtidos por Houtermans e Patterson em 1953.

Conclusão, actualmente sabemos, com a certeza e a partir de uma grande variedade de evidências, que a idade da Terra – Lua – sistemas de

meteoritos se situa no intervalo de valores entre os 4,51 e os 4,55 Ga.

## Referências

DALRYMPLE, G.B. (2001) The age of the Earth in the twentieth century: a problem (mostly) solved. In: Lewis, C.L.E. & Kneel, S.J. (eds) *The Age of the Earth: from 4004 BC to AD 2002*. Geological Society, London, Special Publications, 190, 205-221.

FAIRCHILD, T.R.; TEIXEIRA, W. & BABINSKI, M. (2000) Em busca do passado do planeta: Tempo Geológico. In: Teixeira, W.; Motta de Toledo, M.C.; Fairchild, T. R. & Taioli, F. (organizadores) *Decifrando a Terra*. Oficina de Textos, 305-326. (ISBN 85-86238-14-7)

GRADSTEIN ET AL. (2004) *A new Geological Time Scale, with special reference to Precambrian and Neogene*. Episodes. Vol. 27, Nº2.

HOLMES, A. (1927) *Principles of Physical Geology*. Nelson, London.

HOLMES, A. (1927) *The Age of the Earth: An Introduction to Geologic Ideas*. Ernest Benn (Benn's Sixpenny Library, Nº 102).

HOUTERMANS, F.G. (1953) Determination of the age of the Earth from the isotopic composition of meteoric lead. *Nuovo Cimento*, 10(12), 1623-1633.

KING, C. (1893) The age of the Earth. *American Journal of Science*, 45 (3), 1-20.

LEWIS, C.L.E. (2001) Arthur Holmes' vision of a geological timescale. In: Lewis, C.L.E. & Kneel, S.J. (eds) *The Age of the Earth: from 4004 BC to AD 2002*. Geological Society, London, Special Publications, 190, 121-138.

NIER, A.O. (1940) A mass spectrometer for routine isotopic abundance measurements. *Review of Scientific Instruments*, 11, 212-216.

PATTERSON, C.C. (1953) The isotopic composition of meteoric, basaltic and oceanic leads, and the age of the Earth. *Proceedings of the Conference on Nuclear Processes in Geologic Settings*, Williams Bay, Wisconsin, Sept. 21-23, 1953, 36-40.

PATTERSON, C.C. (1956) Age of meteorites and the Earth. *Geochimica and Cosmochimica Acta*, 10, 230-237.

RUSSEL, H.N. (1921) A superior limit to the age of the Earth's crust. *Proceedings of the Royal Society of London*, series A, 99, 84-86.

TERA, F. (1981) Aspects of isochronism in Pb isotope systematics – application to planetary evolution. *Geochimica and Cosmochimica Acta*, 45, 1439-1448.

## Resumo biográfico do autor

Jorge Manuel Pessoa Girão Medina, licenciado em Geologia pela Universidade de Coimbra em 1984, fez doutoramento em Geociências na Universidade de Aveiro em 1996 defendendo a tese intitulada "Contribuição para o conhecimento da geologia do Grupo das Beiras (CXG) na região do Caramulo-Buçaco (Portugal Central)". Desde 1984 que se encontra na carreira docente da Universidade de Aveiro, onde é actualmente Professor Auxiliar no Departamento de Geociências. Tem-se dedicado à divulgação e publicação de temas da geociências em áreas como a litoestratigrafia e estrutura do Complexo Xisto-Grauváquico, geocronologia e ensino da geologia. É membro da unidade de investigação GeoBioTec, co-responsável científico do Laboratório de Geologia Isotópica da Universidade de Aveiro e director do curso em Engenharia Geológica.

## Introito

Pela natureza e quantidade de trabalhos desenvolvidos e publicados, pode dizer-se que, atualmente, a psicologia cognitiva é, claramente, o paradigma dominante. Enquanto os autores pioneiros deste novo paradigma começaram os seus trabalhos no final da década de 1950, a educação deixou que estas ideias amadurecessem, e, somente no final do pretérito século, começou a aproveitar-se intensamente desta nova visão psicológica (Phillips, 1994). No

Quadro 1 esboça-se uma comparação entre a dimensão cognitiva e a dimensão associacionista.

Neste trabalho pretendemos reunir uma breve panóplia de temas, que constituem os vetores de maior destaque da investigação da psicologia cognitiva e remetê-los, como alicerces básicos do trabalho do professor, para o ensino das ciências.

## Conceito de aprendizagem

A aprendizagem é uma atividade que ocorre no interior do organismo, não podendo ser

diretamente observada. Para os psicólogos cognitivos, a aprendizagem é encarada como um processo construtivo em vez de recetivo. Resulta da interação entre o que o aluno já sabe, a informação que acolhe e o que ele realiza durante esse mesmo processo. Por conseguinte, aprender é uma criação do aluno. Prawat (1996) considerou que a aprendizagem deve ser considerada como um processo de construção de significados por parte do aluno, e não tanto uma aquisição de conhecimento. O conhecimento cria-se, e volta a criar-se, baseando-se na aprendizagem anterior (mas não é descoberto). O velho ditado «colhe-se o que se semeia» descreve com precisão esta perspetiva. Na verdade, existem alunos que confiam demasiadamente na memorização, centrando a sua atenção numa aprendizagem de forma passiva, pouco profunda, sem entrega total. Essa atitude acaba por gerar aprendizagens superficiais e transitórias. Um esforço para aprender tem quer ser necessariamente dirigido à compreensão, ou seja, relacionar a informação nova com o que já se sabe, organizá-la, e comprovar regularmente que, de facto, se a compreendeu.

Quadro 1 - Comparação entre as teorias da aprendizagem e as teorias cognitivas (Neto, F., 1998).

Dimensão	Dimensão associacionista	Dimensão cognitiva
Conceitos centrais	Estímulo-resposta, reforço.	Cognições, estrutura cognitiva.
Comportamentos primários explicados	Aprendizagem de novas respostas; processos de troca.	Formação e mudança de crenças e de atitudes.
Suposições acerca da natureza humana	As pessoas são hedonistas; os seus atos são determinados por padrões de reforço.	As pessoas são seres cognitivos que agem com base nas suas cognições.
Fatores que produzem mudança no comportamento	Mudança na quantidade, tipo, ou frequência de reforço.	Estado de inconsciências cognitiva.

## Consciência de si mesmo e a autorregulação da cognição

A psicologia cognitiva fomentou na educação a ideia de um aluno que se dirige a si mesmo, estratégico e reflexivo. Algumas das vantagens do uso de estratégias metacognitivas, a que a investigação chegou, é de os alunos ficarem mais conscientes da sua capacidade de memorização, de aprendizagem e de resolução de problemas, e com maior *know-how* estratégico na sua aprendizagem, controlando com maior eficácia as suas atividades cognitivas na aprendizagem, o pensamento e a resolução de problemas à medida que ao longo da escolaridade vão sendo adotadas competências cognitivas. Neste âmbito, parece que o contributo de maior relevo, a nível educativo, da investigação metacognitiva, é a tomada crescente de consciência de que a aquisição de conhecimento e de competências apenas forma uma parte do global processo de desenvolvimento cognitivo. A este propósito, Salomon e Perkins (1989) opinam que mais importante que as referidas competências são as estratégias de aprendizagens que o aluno possui e a sua capacidade de refletir acerca daquilo que aprende, ou seja, o desenvolvimento de um pensamento crítico. Estes autores consideram, ainda, que a

constante vigilância e direção que o aluno deve realizar dos seus processos cognitivos é condição absolutamente necessária para aprender de forma eficaz e para resolver os problemas com flexibilidade e sucesso. Na obra de Tishman, Perkins e Jay (1995) conclui-se que «os alunos não devem apenas adquirir conhecimento, mas também ‘formas de saber’ e ‘disposições para pensar’» (p. 138).

## Motivações e crenças como orientadoras da aprendizagem

As investigações mais recentes da psicologia cognitiva passaram a incluir, para além de variáveis estritamente cognitivas da memória e do pensamento, sistemas de motivação e de crenças do aluno. Tem-se concluído que as pessoas julgam, continuamente, o seu rendimento, relacionando-o com os resultados desejados. Muito embora os objetivos a atingir sejam importantes (Ames e Archer, 1988), os investigadores cognitivos (Graham, 1991) concluíram que as atribuições que as pessoas apresentam para os seus êxitos e para os seus fracassos assumem particular importância na aprendizagem. Com este novo advento, é preciso considerar na explicação da aprendizagem dos alunos, quer as variáveis cognitivas, quer as

motivações. Aprender é também aprender a ser aluno ativo, motivado, reflexivo e com capacidade de se autorregular.

## Função da interação social no desenvolvimento cognitivo

As «formas de pensar» e as «formas de saber» desenvolvem-se num determinado contexto social que as apoia, e dele não podem separar-se. Investigações têm revelado o importante papel das atividades sócio-cognitivas no estímulo dos alunos em esclarecer, elaborar, reorganizar e reconceptualizar a informação (King, 1991). O desenvolvimento cognitivo não deve ser encarado, atualmente, como uma via individual. A oportunidade de conhecer ideias e pontos de vistas diferentes dos seus, através da interação em grupo de pares, conduz à construção de novo conhecimento. A instrução e a colaboração com os demais através da imitação, permite aprender modos de expressão e de reflexão que internalizam e que conduzem a níveis superiores de atividade cognitiva (Das, 1995). A organização do trabalho em tarefas, que o aluno considere autêntica, apresenta um potencial particularmente elevado para o desenvolvimento cognitivo.

## A natureza contextual do conhecimento, as estratégias e a perícia

Na psicologia cognitiva, geraram-se duas concepções do mundo. Alguns autores como Gillespie (1992), por exemplo, deram primazia à metáfora do facto, conhecida por contextualismo, com destaque para a história e para a situação. Zimmerman (1995), Brown, Pressley, Van Meter e Schuder (1996) e Pressley e Schneider (1997) sustentam que o contextualismo apresenta grande interesse para o ensino de estratégias cognitivas e de aprendizagem de autorregulação. Trata-se de ajudar os alunos a controlar a sua aprendizagem. Pressley e Schneider (1997) consideram que a utilização de estratégias adequadas e a autorregulação requerem que se dê atenção às próprias estratégias como ao conhecimento metacognitivo, em particular todo o conhecimento sobre como, onde e por que se hão de empregar certas estratégias. A fim de conseguir que formem a base da compreensão que possuem os alunos de si mesmos com tal e do conhecimento e das crenças acerca do que aprendem, será preciso empregar a autorregulação e a utilização de estratégias no momento e lugar convenientes.

## Modelo modal do processamento da informação

O âmago dos estudos desenvolvidos na área da memória sensorial e da percepção, bem como nos modelos de atenção, suportados pelas teorias cognitivas, é muitas vezes encarada unicamente

de forma teórica. Há, todavia, consequências diretas que se retiram para o ensino das ciências, que se podem sistematizar em sete aspetos, a considerar (Figuras 1 e 2):

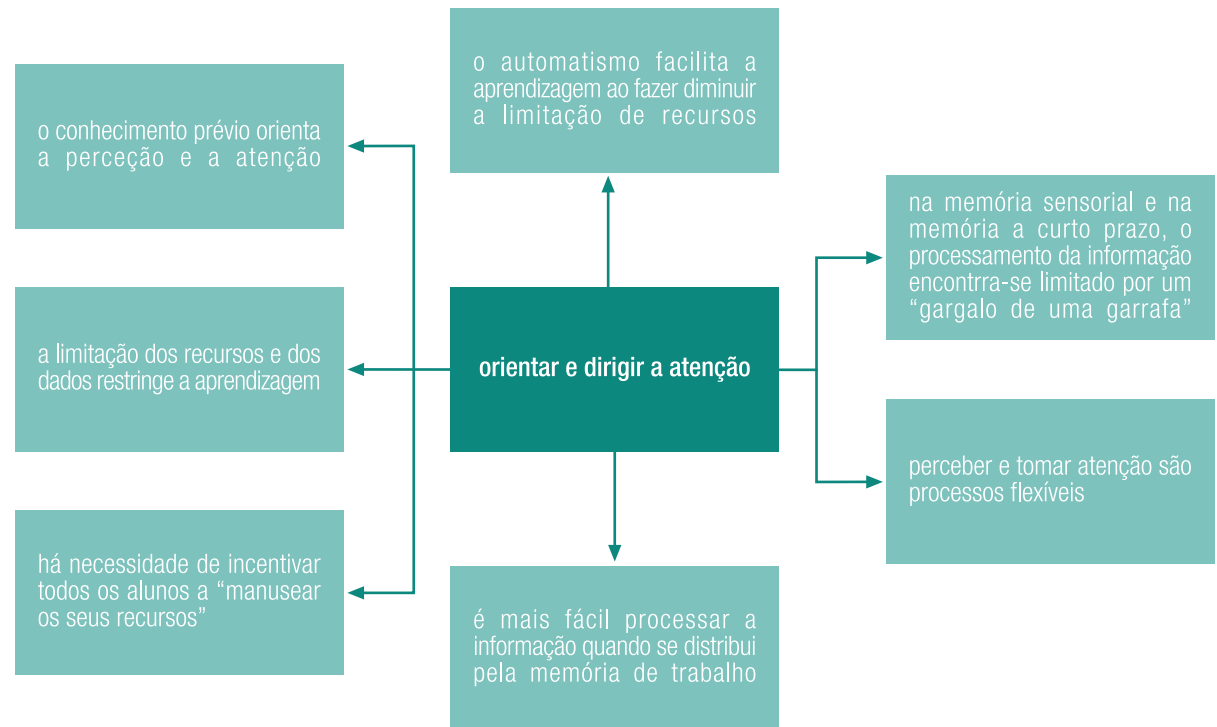


Figura 1. Implicações dos modelos de processamento de informação para o ensino (com base em Bruning, Schraw e Ronning, 2002).



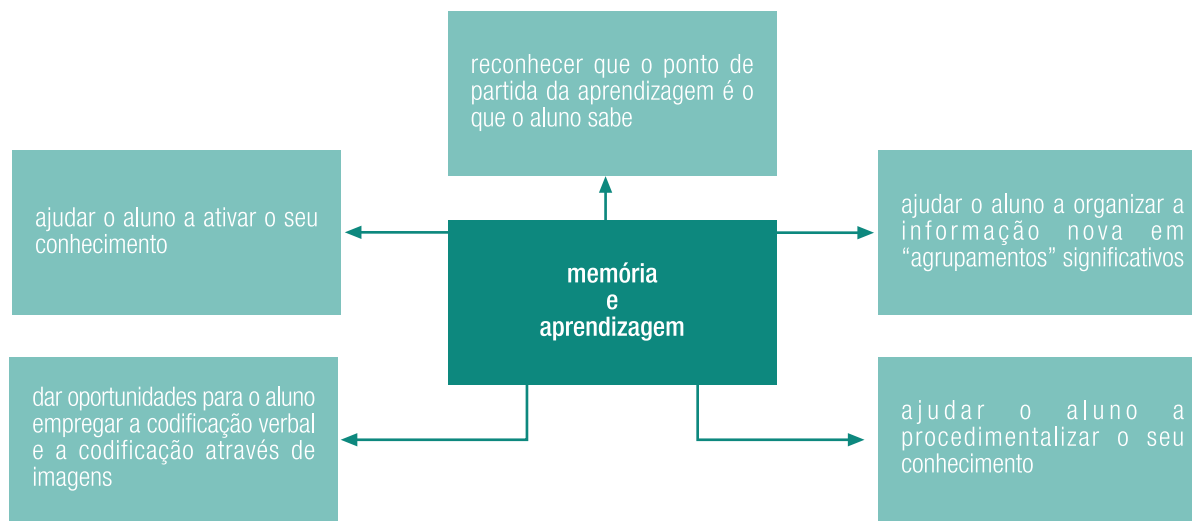


Figura 2. Consequências dos modelos e estruturas do processamento de informação para o ensino (com base em Bruning, Schraw e Ronning, 2002).

## Processos de codificação e de recuperação

O senso comum sabe que aprender factos e aprender informação complexa são tarefas bem diferentes entre si, que requerem processos de codificação distintos. A codificação é o processo que consiste em situar a informação na memória a longo prazo. A forma como processamos a informação que é preciso recordar vai condicionar esse mesmo ato recordatório, ou seja, a forma de repetir a informação influencia a qualidade da recordação. Os psicólogos cognitivos (Craik

e Lockhart, 1986) consideram, em geral, duas formas de relembração de informação simples: repetição de manutenção e repetição de elaboração. O primeiro consiste num reciclar diretamente a informação para mantê-la ativa na memória a curto prazo. Trata-se de uma estratégia adequada para reter a informação, durante um breve período, sem necessidade de recorrer a fontes cognitivas pessoais. Uma das estratégias de codificação mais simples que envolve a elaboração diz respeito à mediação, ou seja, associar um elemento difícil de recordar a outro mais significativo. Por outro lado, o uso de

imagens constitui um importante complemento à codificação verbal. Paivio (1986) concluiu que as palavras que sugerem imagens são mais facilmente recordadas do que aqueles que não o proporcionam.

Na aprendizagem de informação complexa, o principal aspeto a ter em conta é o processo de construção. Muita da informação a processar numa aula de ciências solicita um processo de crivagem para determinar o que é mais importante, realizar inferências de ordem superior com base em ideias principais e representar essa informação transformada na memória a longo prazo, em termos de poder ser mobilizada no momento oportuno, para simples uso, ou para aplicação a outras áreas. Este tipo de codificação constitui uma dificuldade para muitos alunos, que após muitos anos de escolaridade continuam sem possuir competências cognitivas que lhes permita operar estes processos com sucesso. Neste contexto assumem particular destaque os organizadores prévios (Ausubel, 1960; Ausubel, Novak e Hanesian, 1978), a ativação de esquemas (Pearson, 1984), e a metacognição. Não menos importante que os processo de codificação, obviamente, são os processos e os contextos de recuperação da informação, uma vez que

influenciam significativamente o rendimento da memória. De uma forma geral, para as estratégias de recuperação sejam eficazes é necessário que tenham estado presentes no momento da codificação. Este princípio de especificidade da codificação apresenta repercussões diretas no ensino, com destaque para a importância de que se facilitem contextos para a recuperação e para a transferência (Ellis e Hunt, 1993). Um dos aspetos fundamentais a ter em conta no momento da recuperação da informação é o tipo de prova que se usa: prova de recordação e prova de reconhecimento. A investigação tem revelado (Ellis e Hunt, 1993) que os alunos reagem melhor a provas de reconhecimento, com maior rendimento do que a provas de recordação. Por outro lado, o rendimento incrementa-se quando a prova corresponde às expectativas dos alunos.

Grande parte da recordação é reconstrução. Os alunos empregam o seu conhecimento geral, em conjunto com outros elementos chave de situações, para reconstruir a informação. Este procedimento conduz, geralmente, a erros de reconstrução na recordação, inclusivamente quando parece que a informação é «fotográfica», como são os casos das recordações relâmpago.

Em síntese, esquematizam-se os contributos dos processos de codificação e de recuperação para o ensino e a aprendizagem (Figura 3).

## As crenças e a cognição

A teoria de Bandura, uma das três principais perspetivas que procuram explicar o êxito e o fracasso dos alunos no sistema-aula, foi desenvolvida nos últimos trinta anos, e centra-se no modo como a segurança de um sujeito influencia o rendimento académico (Bandura, 1986, 1997). No centro desta teoria está a ideia do

determinismo recíproco, ou seja, a aprendizagem é resultado da interação de diversas variáveis (Figura 4).

Esta ideia do determinismo recíproco aponta para a influência que os fatores pessoais, como as crenças sobre si mesmo, têm sobre o comportamento e a interpretação do meio.

Sendo a questão da motivação essencial, e, portanto, não menos importante que as demais, a relação entre a crença na autoeficácia, expectativas positivas de resultados e valorização pelo próprio aluno, desses mesmos resultados na produção da

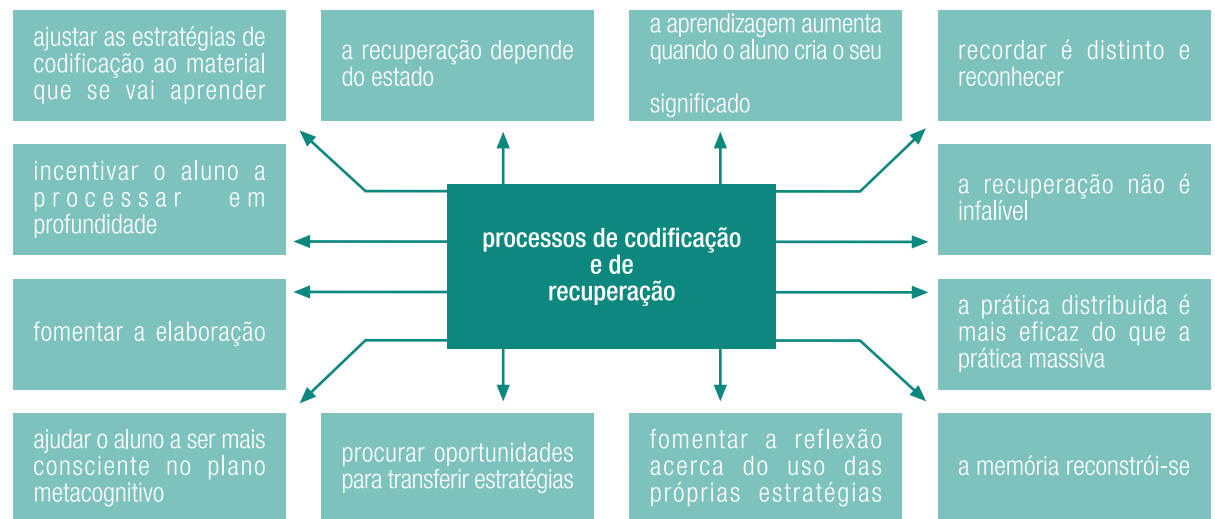


Figura 3. Contributos da teoria do processamento de informação para o ensino e para a aprendizagem.



Figura 4. Modelo do determinismo recíproco (adaptado de Bandura, 1986).

motivação que influencia as escolas, a direção e a resiliência na atividade de aprender. As crenças de autoeficácia constam dos fatores que compõem os mecanismos psicológicos da motivação do aluno. Para Bandura (1997), a autoeficácia é um juízo de valor acerca da própria capacidade de realizar uma tarefa num domínio específico. Não se deve, por isso, confundir este conceito com o de autoestima. No contexto escolar, estas crenças de autoeficácia são convicções pessoais quanto a dar conta duma determinada tarefa, num grau de qualidade definida. É, precisamente, uma realidade percebida quanto à própria inteligência, competências, conhecimentos, entre outros aspetos.

Bandura (1997) concluiu que uma autoeficácia elevada influencia de modo positivo o rendimento, enquanto que um bom rendimento, por seu lado, estimula o sentimento de autoeficácia. No âmbito

das crenças de autoeficácia, é importante trabalhar com determinados objetivos que sejam próximos dos alunos, específicos e de nível adequado de dificuldade ao seu quadro cognitivo. Rosenholtz e Simpson (citados em Gama, 2005) demonstraram que, quando uma turma inteira recebe sempre as mesmas tarefas, empregando sempre os mesmos materiais e com a expectativa de atingirem os mesmos resultados, existe uma probabilidade de cada aluno executar as tarefas consistentemente no mesmo nível em relação aos colegas. Este tipo de organização do trabalho gera a perceção de que a inteligência é uma entidade fixa, inalterável. Os autores advertem que não se deve cair na tentação de agrupar os alunos em função do nível de capacidade ou de se criar um clima de competição entre si.

Os alunos mais fracos são, também, os mais prejudicados na motivação e no rendimento. Percebem-se como os mais fracos, e percebem que os demais colegas também os percebem dessa forma, reduzindo-lhes as crenças de autoeficácia enquanto persistirem aquelas condições sócio-ambientais. Stipek (citado em Gama, 2005) identificou estratégias para se «alimentarem» nos alunos as crenças de autoeficácia:

- Dar tarefas que contenham partes relativamente fáceis para todos e partes mais difíceis, que possam ser atendidas somente pelos melhores.
- Facultar atividades suplementares, de enriquecimento e de interesse, aos que tiverem concluído mais depressa.
- Permitir que cada um siga o seu próprio ritmo, sem qualquer pressão, para que todas concluem as tarefas.
- Alternar trabalhos individuais com trabalhos em pequenos grupos, desde que estes não se cristalizem e todos recebam a devida assistência.

É preciso acentuar que as práticas para promover a motivação nos alunos são consideradas condição necessária, embora não suficiente. Existem outros

fatores que influenciam o desempenho, e as crenças de autoeficácia não são, claramente, o elemento mais importante para a motivação. Além disso, jamais as crenças de autoeficácia podem suprir hiatos de conhecimento, de competências ou de capacidades reais. Quando uma pessoa prevê os resultados negativos das suas ações, ainda que se percebesse capaz de as realizar, não desenvolve motivação para agir. Mesmo quando os resultados estimados são positivos, eles necessitam de uma valorização pessoal para que a pessoa a procure através da sua ação pessoal. Daí que num sistema-aula exista a necessidade de os alunos valorizarem a qualidade dos trabalhos, o elevado desempenho, e até as suas notas altas. Se estes aspetos não assumirem significado para si, em nada contribui para a motivação a crença nas suas capacidades. Somente após se ter assegurado que o aluno possui os conhecimentos e competências, além de possuir expectativas positivas dos resultados, e que esses resultados sejam valorizados, as crenças de autoeficácia têm o poder de motivar os alunos, sendo em função delas que ocorre a escolha, a direção e a persistência nos comportamentos de aprendizagem.

As expectativas e o comportamento do professor também são afetados pelos seus juízos de autoeficácia (Calderhead, 1996). Em algumas circunstâncias, os professores avaliam a sua atuação através de duas avaliações de eficácia independentes: a eficácia do ensino e a eficácia didática pessoal. Estudos de pormenor realizados por Woolfolk e Hoy (1990) e por Kagan (1992) revelam a influência que existe entre a crença de autoeficácia dos professores e o seu tipo de atuação, tendo detetado, por exemplo, uma relação negativa entre a eficácia do ensino e o controlo das atitudes, ou seja, os professores que obtiveram uma pontuação elevada nesta dimensão procuravam valorizar o controlo e a autonomia dos alunos, em particular o caso dos professores que também revelaram uma elevada eficácia didática pessoal.

Os inúmeros estudos realizados sobre as crenças e os juízos que o próprio sujeito desenvolve acerca de si e da inteligência e do conhecimento permitem uma mobilização de ideias para o âmbito do ensino, que, a seguir, se discriminam:

- Deve ser aumentada a consciência do aluno relativamente à autoeficácia;
- Deve ser proporcionado ao aluno *feed-back*;

- É preciso construir a autoeficácia em vez de diminuir as expectativas;
- Há necessidade de fomentar a autorregulação;
- Todas as pessoas possuem crenças sobre a inteligência e sobre o conhecimento, que influenciam diretamente o comportamento e a forma de raciocinar;
- As experiências educativas influenciam as crenças e as capacidades de raciocínio;
- As crenças não estão muito relacionadas com a capacidade, mas mais com o ambiente familiar.

## Resolução de Problemas

A resolução de problemas começou por interessar psicólogos e a educadores no início do século XX, tendo-lhe autores como Thorndike, Dewey e psicólogos da Gestalt dedicado abundantes trabalhos. Somente a partir da década de 1950 é que os cientistas do campo da informática e os psicólogos cognitivos procuram estabelecer um modelo geral de resolução de problemas que fosse aplicável em campos tão distintos como a física, a biologia e o diagnóstico clínico (Anderson, 1993). O modelo encontrado assenta em dois pressupostos principais: o uso de um procedimento geral de resolução de problemas,

e o elevado grau de supervisão metacognitiva por parte de quem vai resolver o problema.

Têm surgido vários modelos de resolução de problemas. Numa análise comparativa é possível identificar cinco estádios comuns às várias propostas (Figura 5). Sternberg (1985), por seu lado, postulou um suporte heurístico de competências metacomponenciais para resolver um problema, numa abordagem metacognitiva.

Este modelo pressupõe que se consegue chegar melhor à solução de um problema quando se compreende melhor o processo básico de o resolver. Alguns estudos têm procurado apurar o valor de ensinar aos alunos um método geral de resolver problemas, parecendo indicar que o ensino da resolução de problemas tem um efeito benéfico nos alunos mais jovens. Algumas

investigações verificaram que os resultados tornam-se mais eficazes quando se associa à resolução de problemas outras estratégias, como por exemplo a resposta a perguntas ou a metacognição, e que esta metodologia de trabalho pode ter bons resultados como estratégia de mudança conceptual, de organização do conhecimento e de investigação (Gil, 1990).

## Construção de conhecimento e pensamento reflexivo

A perspetiva que temos atualmente da aquisição do conhecimento deriva, em grande medida, daquilo que sabemos acerca da natureza do processamento da informação humana, sistema no qual as conceções prévias dos alunos, as suas atividades e objetivos formam um contexto

para gerar novo conhecimento. O conhecimento de domínio é, com naturalidade, o alicerce de partida para todas as demais construções, para a resolução de problemas e para o desenvolvimento da perícia. Para que isso ocorra, os alunos têm que inserir este conhecimento num contexto de maior amplitude do saber. É pois aceite, desde há muito, que os alunos necessitam de um grande conjunto de conhecimentos declarativos acerca do mundo para conseguirem compreender o conhecimento do domínio, e conhecimento procedimental generalizado para desenvolver a maioria das tarefas. Mais recentemente, considera-se neste, âmbito, perante o devir constante do conhecimento de domínio e do conhecimento geral, que não parece existir na atual visão da aprendizagem um conhecimento mais importante do que seja a metacognição (Moreno, 1989): ter consciência do que se sabe, supervisionar a sua própria aprendizagem e aprender de forma estratégica.

A capacidade dos alunos pensarem sobre as tarefas, procurar e encontrar informação relevante, organizar as suas ideias e escrever para que tenham em conta a perspetiva dos potenciais leitores são dimensões muito importantes da metacognição, relacionadas com

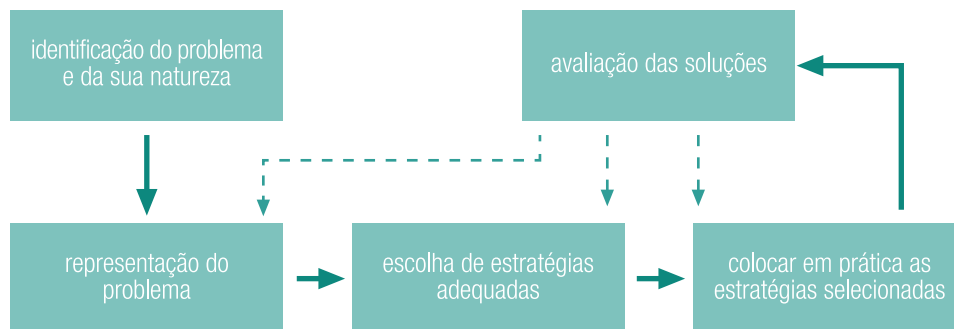


Figura 5. Estádios de um processo de resolução de problemas (baseado em Gick, 1986).

o âmbito da escola, e que têm sido amplamente investigadas nos últimos vinte anos desde, por exemplo, Brown, Day e Jones (1983), a Pressley e Wharton-McDonald (1997), Martí (1999) e Mateos (2001). Alguns investigadores consideram que tão importante, ou mais ainda, como adquirir conhecimentos básicos declarativos ou procedimentais é desenvolver hábitos de reflexão metacognitivos. A. Neto (1998) opina que a metacognição «ajuda a construir uma liberdade criadora» que não é assente num conhecimento meramente passivo, reprodutiva, mas uma «cultura feita de 'atividade de pensamento' capaz de manter vivo o conhecimento construído» (p. 474). Mas, para que se desenvolva a metacognição, é

preciso uma «disponibilidade de espírito» para a aprendizagem de e com novas formas (Figura 6).

O termo construtivismo é de natureza ampla, e apresenta relações de dependência com a filosofia, o ensino e a aprendizagem, embora assente basicamente no contributo do aluno para o significado e para a aprendizagem através da atividade individual (Steffe e Gale, 1995; Biggs, 1996). De acordo com a perspetiva construtivista da aprendizagem, o aluno chega ao significado selecionando informação e construindo o que sabe (Carretero, 1993). No sentido estrito, a conceção construtivista não deve ser considerada como uma teoria, mas antes como uma perspetiva explicativa

que parte da consideração social e socializadora da educação escolar, integrando contributo, diversos cujo denominador comum forma um acordo à volta dos princípios construtivistas.

Solé e Coll (1997) consideraram que a conceção construtivista é «um conjunto articulado de princípios [fundamentados em numerosos estudos empíricos] a partir dos quais é possível diagnosticar, estabelecer juízos e tomar decisões fundamentadas sobre o ensino» (p. 8). Estes princípios não determinam a ação, nem conseguem antever uma previsão segura e estável do que vai acontecer em situações específicas de ensino e de aprendizagem. O processo de ensino e aprendizagem é, como se disse, tão complexo, que há uma multiplicidade de variáveis que intervêm, e multicausalidade dos fenómenos faz com que seja muito difícil a compreensão em termos de antecedente-consequente.

A investigação no campo do construtivismo carece ainda do estabelecimento de uma perspetiva paradigmática. De qualquer forma, a maior parte dos construtivistas tem uma visão que coincide com as dimensões do construtivismo mais influentes na psicologia e na educação, na conceção defendida por Solé e Coll (1997). Trata-se de uma conceção de construtivismo dialético



Figura 6. Atitudes do aluno e do professor



(Moshman, 1982). Não estou seguro, contudo, se esta conceção é aquela que melhor contribui para localizar os elementos que apresentam maiores probabilidades de criar uma «aula reflexiva», onde os professores e os alunos interagem de forma a estimular a construção do conhecimento e o desenvolvimento metacognitivo.

Valadares e Graça (1998) sintetizaram, numa perspetiva psicológica, o construtivismo:

- (a) Opõe-se às teorias comportamentalistas que defendem ser o intelecto uma caixa negra que responde ao mesmo estímulo com a mesma resposta e que é apenas cognoscível através das respostas e estímulos;
- (b) Tem subjacente uma psicologia cognitivista adequada ao Homem;
- (c) Rejeita o *objetivismo* das perceções humanas que considera as mesmas dependentes exclusivamente dos objetos exteriores;
- (d) Rejeita o *subjetivismo* que considera as perceções totalmente subjetivas porque completamente idiossincrásicas;
- (e) Considera a nossa perceção dum fenómeno como um ato complexo em que as ideias existentes na estrutura cognitiva influenciam

o produto dessa perceção, pelo que este produto não é um espelho do fenómeno;

- (f) Rejeita a ideia de que existe uma evolução intelectual por estádios independentes da aprendizagem e de aspetos sociais;
- (g) Defende que a construção do conhecimento científico por cada ser humano é influenciada por fatores endógenos complexos, que o pensamento, sentimentos, emoções e paixões por um lado, e a ação por outro, comandam o modo com se dá a apreensão do conhecimento individual. (p. 17)

A necessidade de teorias, mais ou menos articuladas e coerentes, que sirvam como instrumentos para desenvolver o trabalho do professor é sentida, unicamente, se não encarmos o ensino como uma atividade exclusivamente rotineira, estática e estereotipada. Nesse caso, a melhor «teoria» seriam as receitas e as instruções. Sabemos, contudo, que o processo de ensinar não se encontra incluído na adjetivação referida. Nesse sentido, há necessidade do professor ter instrumentos de análise e de reflexão sobre a prática, sobre como se aprende e como se ensina. Estas teorias podem, e devem, ser guarnecidas com valiosos contributos que refletem

como atuam no ensino e na aprendizagem determinadas variáveis, como se viu no trabalho de Reynolds e Walberg (1992).

Muitos dos conceitos chave da psicologia cognitiva refletem o pensamento construtivista. O objetivo do ensino, a partir desta perspetiva, é potencial, segundo Bruning, Schraw e Ronning (2002) a «formação do conhecimento e dos processos metacognitivos para julgar, organizar e adquirir informação nova» (p. 277). A conceção construtivista do ensino e da aprendizagem parte da constatação de que a escola torna acessível aos alunos aspetos da cultura humana (cognitivos, psicomotores, sócio-afetivos), que são fundamentais para o seu pleno desenvolvimento enquanto pessoa. Considera, ainda, o caráter ativo da aprendizagem, aceite mais como uma consequência de um esforço pessoal, de uma construção individual, no qual intervêm outros sujeitos para além daquele que aprende. Por esta razão, este marco explicativo não opõe o acesso à cultura aos desenvolvimentos individual e social. Entende, pelo contrário, que essas associações são indissolúveis. Constrói-se, mas ensina-se e aprende-se a construir.

Uma abordagem construtivista pode, nestes termos, ser sistematizada da forma como se

representa na Figura 7. Numa aula baseada nesta conceção, o professor deve ensinar os seus alunos a planificar e a dirigir a sua própria aprendizagem ao máximo, assumindo um papel de facilitador em vez de ser considerado a fonte primária de informação. Anima os alunos a serem ativos na sua aprendizagem.

Uma compreensão diferenciada da perspectiva construtivista permite identificar a sua importância para o ensino, ainda que alguns autores considerem que esta é uma visão integradora no âmbito filosófico, psicológico e educativo. Moshman (1982) distinguiu claramente três tipos de construtivismo: construtivismo endógeno, construtivismo exógeno, e construtivismo dialético, cujas principais características se descrevem (Quadro 2).

Cada um destes tipos de construtivismo traduz uma visão do mundo que se consideram irreconciliáveis (Quadro 3). Ainda assim, Moshman (1982) opina que cada uma delas pode ser aplicada a determinadas condições da construção do conhecimento, ou seja, cada uma constitui uma metáfora produtiva para compreender as diferentes maneiras de construir o conhecimento que possui cada pessoa. Como disse no início, no meu ponto de vista, a diversidade corresponde a

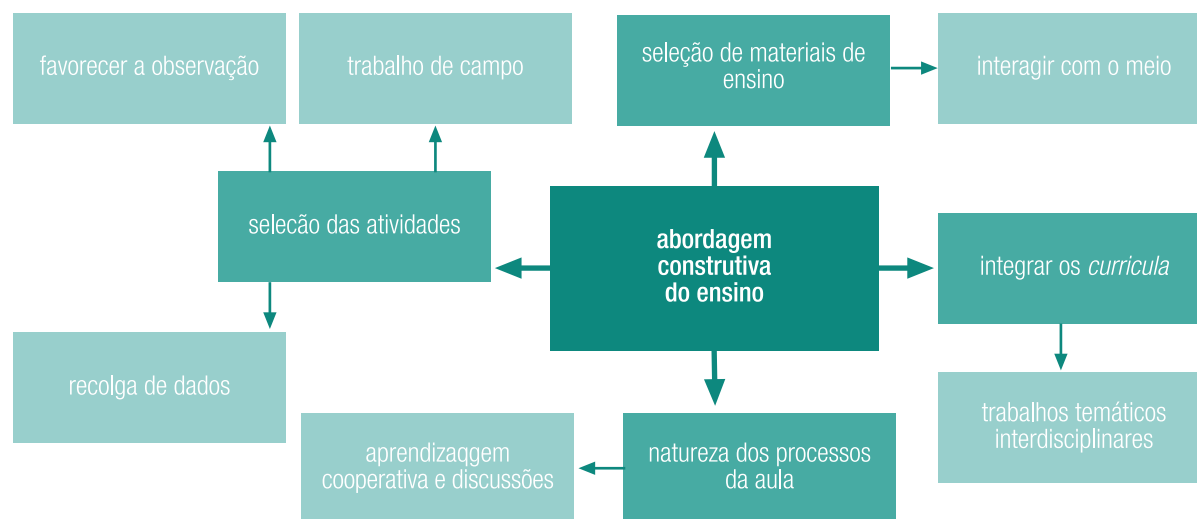


Figura 7. Maneiras de realizar uma abordagem construtivista

Quadro 2 - Tipos de construtivismo e suas características (baseado em Moshman, 1982).

Construtivismo endógeno	Construtivismo dialético	Construtivismo exógeno
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Coordenação de ações cognitivas.</li> <li>• Metáfora daquele que conhece como organismo biológico.</li> <li>• Os conceitos não são espelhos do mundo exterior.</li> <li>• O conhecimento existe num nível mais abstrato e desenvolve-se através da atividade cognitiva.</li> <li>• O conhecimento estruturado não reflete o meio social.</li> <li>• As estruturas cognitivas geram-se com base em outras anteriores.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• A fonte do conhecimento situa-se na interação entre o aluno e o seu meio.</li> <li>• O conhecimento é uma «síntese construída» que procede das contradições que as pessoas experimentam durante a interação com o meio.</li> <li>• Relaciona-se com o contextualismo que defende que o pensamento e a experiência estão inextricavelmente ligados ao contexto em que se produzem.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• A formação do conhecimento é uma reconstrução das estruturas que existem na realidade externa.</li> <li>• As estruturas mentais refletem a organização do mundo.</li> <li>• Visão do mundo como Meca-nismo, daquele que conhece como máquina (Pepper, 1961).</li> <li>• Profunda influência externa na construção do conhecimento.</li> <li>• Um conhecimento é adequado (ou «verdadeiro») na medida que emita com exatidão as estruturas externas que representa num plano ideal.</li> </ul>

Quadro 3 - Visão do mundo representada por cada tipo de construtivismo.

Visão do mundo	Mecanicista	Contextualista	Organicista
Tipo de construtivismo			
Construtivismo exógeno	X		
Construtivismo dialético		X	
Construtivismo endógeno			X

uma riqueza desde que exista uma visão analítica eclética.

O construtivismo dialético tem assumido cada vez mais importância na psicologia cognitiva atual, embora Pressley, Harris e Marks (1992) considerem o construtivismo exógeno e o construtivismo endógeno como casos especiais do construtivismo dialético.

O papel do aluno na construção e na transformação do conhecimento é assumido de forma distinta por alguns autores. Bruner (1989) destaca que existem três vultos do desenvolvimento cognitivo: Freud, Piaget e Vygotsky. A estes autores acrescentaria Barbara Rogoff, com o seu modelo de aprendizagens do pensamento, e Schön, autor do modelo do profissional reflexivo. De forma sumária, passarei em revista estes modelos, com exceção do modelo de desenvolvimento de S.

Freud, cuja teoria psicanalítica, que é uma teoria psicológica, de maior aplicabilidade a pacientes adultos.

## Perspetiva Rogoffiana

As primeiras investigações e teorias cognitivas consideravam, apenas, a memória e o pensamento individual. Com a influência da teoria de Vygotsky, reconhece-se atualmente o papel da influência social na cognição. Trata-se de uma perspetiva sócio-cognitiva, estreitamente relacionada com o construtivismo dialético, onde se acentuam o modo como se desenvolvem as competências, as atividades e o pensamento humano no contexto das atividades históricas e culturais específicas da comunidade. Rogoff (1990) considera que o desenvolvimento cognitivo, seguindo o exemplo de Vygotsky, ocorre quando um adulto orienta

uma criança nas atividades sociais que amplificam a compreensão das ferramentas da cultura predominante e da competência para usá-las. As crianças podem, desta forma, ser «aprendizes do pensamento» (Rogoff, 1990).

Numa aprendizagem deste tipo, segundo considera Barbara Rogoff (1990), o desenvolvimento é baseado na «internalização por parte do aluno dos processos cognitivos partilhados, apropriando-se do que se desenvolve de modo cooperativo para ampliar o conhecimento e as competências existentes» (p. 141). Nesta perspetiva, o desenvolvimento cognitivo é de natureza inseparavelmente social. Solicita um compromisso recíproco com duas ou mais pessoas de maior competência. E nesta conceção, as demais crianças formam um importante fundo de «companheiros de competências» (p. 142). Estando disponíveis em igual, e com muita atividade, este companheirismo de aprendizagem permeia «motivação, imaginação e oportunidades de elaboração criativa das atividades da comunidade» (p. IX). De qualquer modo, os adultos (pais, familiares, professores) permanecem os companheiros das crianças mais fiáveis e mais importantes.

O papel dos adultos está, assim, dedicado à participação orientada das crianças. Através deste processo, os esforços infantis estruturam-se, contextualizados socialmente, e transfere-se para as crianças, de forma gradual, a responsabilidade da resolução de problemas. Para além disso, os adultos intervêm na comunicação interpessoal e no «estabelecimento de estádios» (Rogoff, 1990) para construir vínculos entre aquilo que os alunos sabem e a nova informação que surge. É, portanto, uma resolução de problemas orientada em contexto de interação social.

Este processo cognitivo têm de dirigir-se a algo de concreto, a fim de se atingir uma determinada meta. Só dessa forma os participantes desenvolvem um sentimento mútuo de propósito, sentindo-se intrinsecamente motivados para conseguir melhor compreender o mundo. Esta participação orientada pode ser, também, implícita e, portanto, não formal, ou seja, um conjunto de orientações que os adultos dão sem que estejam a pensar, com efeito, que estão a ensinar.

Neste encadeamento de ideias, a escola é um recurso excecional para o desenvolvimento cognitivo. É, sobretudo, para adquirir as ferramentas mais formais da linguagem e do pensamento, permitindo oportunidades

estruturadas de participação orientada por adultos e a apropriação de conhecimento e de estratégias de resolução de problemas dos adultos. Em consequência, os professores devem aprender a perscrutar a melhor forma de ajudar os alunos a adquirir as ferramentas mentais eficazes.

Na mesma linha de Barbara Rogoff, Schön (1987) perfila uma perspetiva de construtivismo dialético no desenvolvimento da cognição, embora a sua atenção se dirija, essencialmente, para o ensino e para a aprendizagem no campo profissional. Há alguns aspetos que são partilhados igualmente por Vygotsky e por Rogoff: a descoberta orientada, a aprendizagem através da ação, e a importância da interação social na construção do conhecimento e da compreensão. Os modelos de Vygotsky, Rogoff e de Schön representam uma conceção sócio-cognitiva comum.

## À guisa de síntese

No intento de contribuir para a inquietação necessária à mudança, apresentam-se alguns princípios básicos, decorrentes de quadro teórico sobre a cognição no ensino das ciências, que possibilitam uma aproximação ao desenvolvimento da construção do conhecimento e do pensamento

reflexivo, num modelo de ideias que deve ser envolvente.

- a) Adotar uma ampla perspetiva acerca do conhecimento
- b) Desenvolver nos alunos competências de pesquisa de informação
- c) Organizar o ensino de forma a favorecer a construção do conhecimento
- d) Criar uma turma que pensa
- e) Empregar estruturas de discurso que fomentem a reflexão e a construção do conhecimento.
- f) Desenvolver um ensino «andaimado» e orientado para o treino a fim de construir a compreensão dos alunos
- g) Descentralizar as discussões
- h) Converter a tolerância em regra básica na interação na aula
- i) Envolver o núcleo familiar
- j) Processo de resolução de problemas
- k) Identificar as concepções alternativas
- l) Enfrentar, de imediato, as concepções alternativas
- m) Utilizar demonstrações práticas

- n) Dar tempo suficiente para reestruturar o conhecimento
- o) Supervisionar a utilização de estratégias disfuncionais
- p) Ajudar a compreender a natureza das teorias científicas

É nossa convicção que num futuro imediato é preciso transformar as atitudes dos vários agentes no processo educativo se queremos, efectivamente, que os nossos alunos sejam cidadãos com capacidade de raciocínio científico e técnicos e cientistas competitivos nas empresas onde se empregam. E para que isso aconteça já<sup>1</sup>, é preciso haver vontades de vária ordem em todos os agentes educativos.

## Referências

- AMES, C. e ACHER, J. (1988) – Achievement in the Classroom: Student Learning Strategies and Motivational Processes, *Journal of Educational Psychology*, 80, 260-267.
- ANDERSON, J. R. (1993) – Problem Solving and Learning, *American Psychologist*, 48, 35-44.

AUSUBEL, D. P. (1960) – The Use of Advance Organizers in the Learning and Retention of Meaningful Verbal Material, *Journal of Educational Psychology*, 51, 267-272.

AUSUBEL, D. P., NOVAK, J. D. e HANESIAN, H. (1978) – *Educational Psychology: A Cognitive View*, 2.nd ed., New York, Holt, Rinehart and Winston.

BANDURA, A. (1986) – *Social Foundations of Thought and Action: A Social Cognitive Theory*, New Jersey, Prentice Hall.

BANDURA, A. (1997) – *Self-Efficacy: The Exercise of Control*, New York, Freeman.

BIGGS, J. (1996) – Enhancing Teaching Through Constructive Alignment, *Higher Education*, 32, 347-364.

BROWN, A. L., DAY, D. J. e JONES, R. S. (1983) – The Development of Plans for Summarizing Texts, *Child Development*, 54, 968-979.

BROWN, R., PRESSLEY, M., VAN METER, R. e SCHUDER, T. (1996) – A Quasi-Experimental Validation of Transactional Strategies Instruction with low-achieving second-grade readers, *Journal of Educational Psychology*, 88, 18-37.

BRUNER, J. S. (1989) – *Acción, Pensamiento y Lenguaje*, Madrid, Alianza Psicología.

BRUNING, R. H., SCHRAW, G. J. e RONNING, R. R. (2002) – *Psicología Cognitiva e Instrucción*, Madrid, Alianza Editorial. (Trabalho original em inglês publicado em 1999)

CALDERHEAD, J. (1996) – Teachers: Beliefs and Knowledge, in D. C. Berliner e R. C. Calfee (eds.), *The Handbook of Educational Psychology*, New York, Macmillan, pp. 709-725.

CARRETERO, M. (1993) – *Constructivismo Y Educación*, Zaragoza, Edelvives.

CRAIK, F. I. M. e LOCKHART, R. S. (1986) – CHARM is not enough: Comments on Eich's model of Cued Recall, *Psychology Review*, 93, 360-364.

DAS, J. P. (1995) – Some Thoughts on two Aspects of Vygotsky's work, *Educational Psychologist*, 30, 93-97.

ELLIS, H. C. e HUNT, R. R. (1993) – *Fundamentals of Cognitive Psychology*, 5.st ed., Madison, WI, Brown Benchmark.

GAMA, M. J. (2005) – As Crenças de Auto-Eficácia e o Seu Papel na Motivação do Aluno, *Correio da Educação*, 227, 1-3.

<sup>1</sup> Alusão à inscrição «Queremos tudo! Já!», referida por Patrício (2000), escrita na parede da Cervejaria Portuguesa de Lisboa pelos mais radicais em 1975.

- GICK, M. L. (1986) – Problem-Solving Strategies, *Educational Psychologist*, 21, 99-120.
- GIL, D. (1990) – *Un Modelo de Resolución de Problemas como Investigación*, Madrid, Ministerio de Educación y Ciencia-Lábor.
- GILLESPIE, D. (1992) – *The Mind's we: Contextualism in Cognitive Psychology*, Carbondale, Southern Illinois University Press.
- GRAHAM, S. (1991) – A Review of Attribution Theory in Achievement Contexts, *Educational Psychologist Review*, 3, 5-39.
- KAGAN, D. M. (1992) – Implications of Research on Teachers Belief, *Educational Psychologist*, 27, 65-90.
- KING, A. (1991) – Effects of Training in Strategic Questioning on Children's Problem-Solving Performance, *Journal of Educational Psychology*, 83, 307-317.
- MARTÍ, E. (1999) – Metacognición y Estrategias de Aprendizaje, in Pozo, J. I. e Monereo, C. (coords.), *El Aprendizaje Estratégico*, Madrid, Aula XXI/Santillana, pp. 111-121.
- MATEOS, M. M. (2001) – Metacognición en Expertos y Novatos, in Pozo, J. I. e Monereo, C. (coords.), *El Aprendizaje Estratégico*, Madrid, Aula XXI/Santillana, pp. 123-129.
- MORENO, A. (1989) – Metaconocimiento y Aprendizaje Escolar, *Cuadernos de Pedagogía*, 173, 53-58.
- MOSHMAN, D. (1982) – Exogenous, Endogenous, and Dialectical Constructivism, *Developmental Review*, 2, 371-384.
- NETO, F. (1998) – *Psicologia Social*, Lisboa, Universidade Aberta.
- PAIVIO, A. (1986) – *Mental Representations: A Dual Coding Approach*, New York, Oxford University Press.
- PHILLIPS, D. C. (1994) – Epistemological Perspetivas on Educacional Psychology, *Educational Psychologist*, 29, special number.
- PATRÍCIO, M. F. (2000) – *A Formação Antropagógica dos Professores do Ensino Superior*, comunicação Antropagógica dos Professores do Ensino Superiorcacional Psychology, ereo, C. (coords.).
- PEPPER, S. C. (1961) – *World Hypotheses: A Study in Evidence*, Berkeley, University of California Press.
- PRAWAT, R. S. (1996) – *Constructivisms, Modern and Postmodern*, *Educational Psychologist*, 31, 215-225.
- PRESSLEY, M. e SCHNEIDER, W. (1997) – *Introduction to Memory Development During Childhood and Adolescence*, Mahwah, New Jersey, Erlbaum.
- PRESSLEY, M. e WHARTON-McDonald, R. (1997) – Skilled Comprehension and its Development Through Instruction, *School Psychology Review*, 26, 448-466.
- PRESSLEY, M., HARRIS, K. R. e MARKS, M. B. (1992) – But Good Strategy Instructors are Constructivists!, *Educational Psychology Review*, 4, 3-31.
- REYNOLDS, A. J. e WALBERG, H. J. (1992) – A Structural Model of Science Achievement and Attitude: An Extension to High School, *Journal of Educational Psychology*, 84, 371-382.
- ROGOFF, B. (1990) – *Apprenticeship in Thinking: Cognitive Development in Social Context*, New York, Oxford University Press.
- SALOMON, G e PERKINS, D. N. (1989) – *Rocky Road to Transfer: Rethinking Mechanisms*



of a Neglected Phenomenon, *Educational Psychologist*, 24, 113-142.

SCHÖN, D. A. (1987) – *Educating the Reflective Practitioner*, San Francisco, Jossey-Bass.

SOLÉ, I. e COLL, C. (1997) – Los Profesores y la Concepción Constructivista, in, C. Coll, E. Martín, T. Mauri, M. Miras, J. Onrubia, I. Solé e A. Zabala, *El Constructivismo en el Aula*, Barcelona, Editorial Graó, pp. 7-23.

STEFFE, L. e GALE, J. (eds.) (1995), *Constructivism in Education*, Mahwah, New Jersey, Erlbaum.

STERNBERG, R. J. (1985) – Reasoning, Problem Solving and Intelligence, in R. J. Sternberg (ed.), *Handbook of Human Intelligence*, Cambridge, Cambridge University Press.

TISHMAN, S., PERKINS, D. N., JAY, E. (1995), *The Thinking Classroom: Learning and Teaching in a Culture of Thinking*, Boston, Allyn and Bacon.

VALADARES, J. e GRAÇA, M. (1998) – *Avaliando para Melhorar a Aprendizagem*, Lisboa, Plátano Edições Técnicas.

WOOLFOLK, A. E. e HOY, W. K. (1990) – Prospective Teacher's Sense of Efficacy and

Beliefs about Control, *Journal of Educational Psychology*, 82, 81-91.

ZIMMERMAN, B. J. (1995) – Self-Regulation involves more than Metacognition: A Social Cognitive Perspective, *Educational Psychologist*, 30, 217-221.

## Resumo biográfico do autor

É Licenciado em Ensino de Biologia e Geologia, pela Universidade de Évora e Mestre em Geociências, na especialidade de Processos Geológicos, pela Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra. Em 2006 concluiu o doutoramento em Ciências da Educação, na especialidade de Formação de Professores, na Faculdade de Psicologia e de Ciências da Educação da Universidade de Coimbra, sob as orientações do Professor Doutor Nicolau Raposo e do Prof. Doutor Regêncio Macedo. Desde 2006 é Professor Auxiliar no Departamento de Pedagogia e Educação da Universidade de Évora. A sua área de trabalho divide-se entre a Formação de Professores (Didáctica da Biologia e da Geologia) e a Educação para a Saúde. É Director da Comissão de Curso do Mestrado em Ensino de Biologia e Geologia no 3.º ciclo do ensino básico e no ensino secundário e do Mestrado em Educação, na especialidade de Educação para a Saúde. Foi investigador responsável por dois projectos financiados (POCI e FCT) no domínio da qualidade de ensino.

Integra, actualmente, projectos de investigação no domínio da didáctica da Geologia (Universidade de Aveiro) e da educação para a saúde (Universidade do Minho e Instituto Politécnico de Viseu). É autor de mais de 70 trabalhos nos domínios em que investiga, a nível nacional e internacional. Integra o Grupo de Trabalho para a Elaboração do Currículo de Geologia do Ensino Secundário para Timor-Leste. É membro da Comissão de Bioética da Faculdade Roraimense de Ensino Superior de Boa Vista – Roraima (Brasil). É perito externo para a avaliação externa de escolas da Inspeção-Geral da Educação e perito da Agência de Acreditação e Avaliação do Ensino Superior. É membro do Conselho de Arbitragem Científica da Revista Ibero-Americana de Educação, do Conselho Consultivo da HBSC/OMS Aventura Social & Saúde, do Conselho Editorial da Editora Martinari, do Conselho Consultivo da revista Terrae Didactica e do Conselho de Arbitragem Científica da Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências. É membro efectivo do Centro de Investigação em Educação e Psicologia da Universidade de Évora e colaborador do Centro de Investigação Didáctica e Tecnologia na Formação de Formadores da Universidade de Aveiro.



A noção de Tempo é um dos conceitos fundamentais em Geologia. A necessidade de perceber a sucessão dos acontecimentos para conseguir interpretar os processos geológicos, faz com que seja possível considerar a Geologia uma ciência histórica. Deste modo, o estabelecimento de uma cronologia desde muito cedo surgiu como um dos objectivos fundamentais em Geociências. Para a determinação desta cronologia houve que desenvolver metodologias próprias muito diferentes, e geralmente bastante mais complexas do que as utilizadas nas outras ciências históricas. Com efeito, quanto mais antiga é a época que se pretende estudar, mais complicado se torna determinar a sucessão dos acontecimentos. O estudo dos fenómenos geológicos obriga a utilizar os *milhões de anos* (Ma) como unidade de *Tempo*. No entanto, para se conseguir chegar a valores geológicos tão “precisos” um longo caminho foi necessário ser percorrido.

## A procura de um tempo finito

Devido à sua curiosidade perante a Natureza, os filósofos gregos podem em muitos aspectos serem considerados como os precursores dos futuros cientistas. O conceito de *Tempo* e o seu significado foi um dos assuntos que muito os ocupou. No

entanto, a posição que então prevalecia é a de que o mundo seria eterno. Esta posição era um enorme obstáculo ao progresso da compreensão da história da Terra. Com efeito, como afirma Gould (1993a), *“Se a Terra é eterna, então nenhum acontecimento pode ser identificativo. Todos devem ocorrer sucessivamente e cáímos na incompreensão, pois as nossas lutas e sonhos perdem todo o significado como acontecimentos únicos no nosso Tempo finito. A eternidade destrói a história”*.

Alguns séculos vão ser necessários para ultrapassar este conceito de um *Tempo infinito*. As primeiras tentativas nesse sentido partem do trabalho de alguns teólogos pois, para eles era difícil aceitar uma Terra que sempre tivesse existido. Com efeito, tal como afirma Gould (1993a) o Arcebispo de Ussher (1581-1656), Aristóteles (384-322 a.C.) quando considerou que o mundo é eterno *“despojou Deus da glória da criação, mas atribuiu-lhe também nada mais, nada menos, do que a tarefa enorme de mover as esferas celestes, pelo que o prendeu mais como um escravo do que como um senhor”*. Embora vários teólogos tenham tentado determinar uma idade para a formação da Terra, são os trabalhos do próprio Arcebispo de Ussher aqueles que mais

popularidade atingiram. Um estudo exaustivo de correlação das datas referidas, tanto no Antigo como no Novo Testamento, com as de alguns episódios históricos conhecidos permitiu-lhe, e aos seus seguidores, afirmar que a Terra foi criada no dia 23 de Outubro do ano 4004 a.C. ao meio-dia; ainda seguindo o mesmo raciocínio, o Homem teria surgido no dia 1 de Novembro do mesmo ano.

Esta abordagem, embora seguindo uma perspectiva eminentemente religiosa, teve o enorme mérito de colocar a evolução da Terra numa perspectiva história, na qual faria sentido pensar em fenómenos geológicos que se sucediam uns aos outros. No entanto, passou também a constituir um obstáculo pois, a rigidez com que frequentemente eram interpretados os textos sagrados, tornava perigosa a procura de soluções que não estivessem de acordo com os mesmos.

A procura de um limite para a idade da Terra, e portanto a refutação de um Tempo infinito, não foi apenas um problema abordado pelos teólogos. Edmund Halley, por exemplo, sugere nos começos do século XVIII, o que pode ser considerada uma abordagem científica para a mesma questão (Gould, 1993b). Partindo do princípio de que os oceanos tinham sido inicialmente formados



por água doce e que se foram tornando progressivamente mais salgados devido aos sais trazidos em quantidades ínfimas pelos rios, seria possível determinar a idade de formação dos oceanos; para tal “bastaria” medir a quantidade de sais que são transportados anualmente para os oceanos. O próprio Halley reconheceu que não estava em condições de aplicar este método, no entanto, a sua sugestão acabou por inspirar uma série de cientistas contribuindo por isso para o progresso no modo como o Homem encarou o Tempo.

## O enunciar dos princípios fundamentais

A fase seguinte, na maneira de encarar o Tempo geológico, está muito ligada aos Uniformistas do século XVIII. Curiosamente, este foi um dos assuntos que não lhes mereceu muita atenção, e no qual pouco se avançou. As observações detalhadas que Hutton (1726-1797) e os seus discípulos fizeram sobre os processos geológicos actuais bem como a sua aplicabilidade aos processos passados (**Princípio das Causas Actuais** ou **Uniformitarianismo**) levou-os ao conceito de ciclo das rochas. Para eles, os processos geológicos repetem-se continuamente,

de um modo semelhante; o estabelecimento de uma cronologia deixa por isso de ser fundamental, tanto mais que esta se iria perder no infinito.

No entanto, se a linha de pensamento dos Uniformistas os levou a considerar o *Tempo* geológico como um assunto “secundário”, as observações detalhadas que eles fizeram da Natureza, bem como o trabalho de alguns cientistas anteriores, em especial Nicolaus Steno (1638-1686), conduziram à elaboração de uma série de princípios (e.g. da sobreposição, da horizontalidade inicial, da continuidade lateral, das intersecções ou das inclusões) que não só permitiram o estabelecimento de datações relativas, mas também contribuíram para o aparecimento de uma nova disciplina dentro das Geociências: a Estratigrafia. A utilização das metodologias próprias desta nova disciplina constitui aquilo que podemos considerar como a terceira fase no estabelecimento de uma cronologia dos processos geológicos.

A aplicação dos princípios anteriores possibilitou que os Naturalistas do século XVIII se dedicassem à descrição pormenorizada das sucessões litológicas que iam encontrando, o que lhes foi permitindo construir colunas litológicas cada vez mais completas. Destes estudos foi ficando

claro o verdadeiro significado dos fósseis que se encontravam frequentemente incluídos nas camadas estudadas; as colunas litológicas começaram então a ser complementadas com as descrições dos fósseis associados. À medida que se iam sintetizando todas as observações, foi começando a surgir aquilo que constitui um outro princípio fundamental em Estratigrafia, o **princípio das sucessões faunísticas**. Começava assim a ser possível adicionar mais informações às sucessões litológicas e, a pouco e pouco, foi-se caminhando no sentido de se estabelecer as primeiras colunas litoestratigráficas, nas quais eram sintetizadas não só informações referentes às litologias, mas também às idades relativas entre as várias formações.

A aplicação destes princípios a sequências regionais levou ao aparecimento de colunas litoestratigráficas parciais cada vez mais detalhadas. Cedo começou a ser evidente que era possível comparar e paralelizar estas colunas locais e estabelecer, a pouco e pouco, uma coluna geral. A intensa actividade dos geólogos do final do século XVIII e princípios do século XIX leva a que, em 1860 fosse já possível correlacionar os terrenos sedimentares de toda a Europa. Cerca de 20 anos depois, principalmente devido aos



trabalhos de Charles Walcott, as formações geológicas da América eram integradas naquilo que se viria a designar por Escala dos *Tempos* Geológicos.

## A procura do tempo absoluto

Perante a evidência de que a Escala dos *Tempos* Geológicos não representava um registo completo da evolução da Terra, mas apenas uma relação *Temporal* entre os episódios sedimentares, assiste-se no final do século XIX a uma necessidade quase desesperada de calibrar esta escala *Temporal*. Começam por isso a surgir vários métodos de solucionar o problema, muitas vezes baseados em pressupostos bastante discutíveis, e que se apoiavam sempre no Princípio das Causas Actuais. Assiste-se então a uma série de tentativas de estabelecer uma cronologia absoluta dos *Tempos* geológicos recorrendo a processos variados e, geralmente baseados em pressupostos que sabemos hoje estarem errados. Apesar destas tentativas terem gerado valores profundamente incorrectos, estas metodologias tiveram uma inegável virtude; todas elas apresentavam valores da ordem das dezenas ou centenas de milhões de anos. Uma cronologia geológica longa, tendo por base o milhão de

anos, impunha-se definitivamente a cronologias curtas baseadas no milhar de anos. Finalmente, os processos geológicos começavam a adquirir a sua verdadeira dimensão.

## Radioactividade; a chave para o domínio do tempo

Os modelos que visavam o estabelecimento de uma cronologia absoluta, vão ser totalmente revolucionados com uma série de descobertas realizadas a partir de 1899. Nesse ano, Henri Becquerel (1852-1908) descobre a radioactividade natural em minérios de urânio. Segue-se um

período de intenso trabalho em torno desta descoberta. Pouco depois uma equipa, de que fazem parte Marie Curie (1867-1934) e Pierre Curie (1859-1906) e Rutherford (1871-1937), descobre que os isótopos radioactivos são instáveis e que os seus núcleos tendem a desintegrar-se espontaneamente originando átomos de outras espécies completamente diferentes. Um aspecto que importa realçar é que este processo de desintegração natural não é influenciado nem pelas condições físicas do meio nem pela maneira como os isótopos se combinam quimicamente com os outros átomos. Rutherford descobre ainda que a taxa a que se dá o processo de

pares isotópicos	período de meia-vida	materiais que podem ser datados
$^{147}\text{samário} \rightarrow ^{143}\text{neodímio}$	106 000 Ma	rocha ígnea
$^{87}\text{rubidio} \rightarrow ^{87}\text{estrôncio}$	48 800 Ma	moscovite, biotite, feldspato potássico, rocha ígnea ou metamórfica total
$^{187}\text{rénio} \rightarrow ^{187}\text{ósio}$	43 500 Ma	—
$^{176}\text{lutécio} \rightarrow ^{176}\text{háfnio}$	35 700 Ma	—
$^{232}\text{tório} \rightarrow ^{208}\text{chumbo}$	14 000 Ma	Zircão, monazite
$^{238}\text{urânio} \rightarrow ^{206}\text{chumbo}$	4 500 Ma	zircão, uraninite
$^{40}\text{potássio} \rightarrow ^{40}\text{árgon}$	1 250 Ma	glauconite, moscovite, biotite, hornblenda, rocha vulcânica total
$^{235}\text{urânio} \rightarrow ^{207}\text{chumbo}$	704 Ma	zircão, uraninite
$^{14}\text{carbono} \rightarrow ^{14}\text{azoto}$	5 730 anos	madeira, carvão, osso, tecido, conchas
$^3\text{hidrogénio} \rightarrow ^3\text{hélio}$	12,3 anos	água subterrânea e oceânica, gelo contendo CO2 dissolvido



# Tempo e Tempos na História da Terra

Rui Dias | Universidade de Évora

decaimento radioactivo (mensurável pelo período de semi-vida) é específica de cada isótopo (tabela I), o que lhe permite sugerir que este processo poderá ser utilizado para a datação absoluta de acontecimentos geológicos; acabava de nascer a geocronologia isotópica, que é um processo de datação absoluta.

É óbvio que este método de datação apenas funciona se os pares isotópicos evoluíram em sistemas fechados, isto é, se não houve entrada para a rede cristalina, ou saída desta, de átomos destes isótopos. Embora estas condições sejam muitas vezes encontradas, alterações significativas de pressão e/ou temperatura, como acontecem por vezes nos processos metamórficos, podem “abrir” as redes cristalinas e levar à corrupção do sistema alterando as idades obtidas. Estes problemas relacionados com a datação isotópica não põem em causa o método das datações radioactivas. O que eles mostram é que tem que haver muito cuidado com a interpretação dos resultados, sendo fundamental conhecer muito bem as relações de campo das amostras colhidas para datação.

O entusiasmo que resultou da utilização da geocronologia isotópica foi tal que, já em 1917 era possível dispor de uma colecção de datações apreciável, que permitiram ao americano Joseph Barrell apresentar a primeira escala absoluta das eras geológicas, que tem vindo a ser sucessivamente refinada.

## Geocronologia; algumas considerações finais

A terminar esta parte referente ao *Tempo* geológico é conveniente reflectir sobre o problema da sua magnitude. As unidades de *Tempo* a que as pessoas estão habituadas são as horas, os dias, os meses, os anos e, mais raramente, os séculos e os milénios. Quando os geólogos começam a falar em milhões ou milhares de milhões de anos, estes valores tendem a ser desprovidos de significado para os não especialistas. Há por isto, que encontrar maneiras que nos permita visualizar este número. Uma das possibilidades utilizadas mais frequentemente consiste em assimilar o *Tempo* a uma distância. Imagine-se a tabela dos *Tempos* geológicos desenhada num painel com 100 metros de comprimento. Condensar os cerca de 4 570 milhões de anos da idade da Terra nesta distância implica reservar os primeiros 87 metros

para o Precâmbrico, ficando todo o Fanerozóico limitado apenas aos últimos 13 metros. Nesta escala, os dinossáurios terão aparecido nos últimos 5 metros e extinguiram-se no último metro. E toda a evolução relacionada com os “parentes” mais próximos do Homem apenas pode ser vista nos últimos centímetros.

Uma alternativa para a visualização da imensidão do *Tempo* geológico consiste em considerar que cada grão de arroz representa um ano. Um quilo de arroz são cerca de 50000 grãos e, por isso, 20 quilos de arroz consumidos a um por ano, permitem-nos “visualizar” 1 milhão de anos. O fim dos dinossáurios terá então ocorrido há cerca de 1300 quilos de arroz e as trilobites desapareceram para sempre há 5 toneladas de arroz. Quanto à origem do nosso planeta, ela tem que ser procurada muitos bagos depois, mais precisamente depois de “passados” cerca de 91 000 quilos...

## Leituras adicionais

Gould, S. (1993a) – “Os oito porquinhos”, ensaio 12, *Uma queda na casa de Ussher*, pp. 176-189, colecção Fórum da Ciência, Publicações Europa-América





# Tempo e Tempos na História da Terra

Rui Dias | Universidade de Évora

Gould, S. (1993b) – “Os oito porquinhos”, ensaio 11, *Relendo Edmund Halley*, pp. 163-175, colecção Fórum da Ciência, Publicações Europa-América

## Resumo Biográfico do autor

Doutorado em Geologia pela Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa em 1994 onde foi docente de 1992 até 1996. Actualmente é Professor Associado na Universidade de Évora instituição onde fez a Agregação em 2004; integra a Direcção do 3º ciclo em Ciências da Terra, da Atmosfera e do Espaço desta Universidade.

O seu principal domínio de especialização é a Geologia Estrutural e a Tectónica em especial no que diz respeito ao estudo da evolução geodinâmica da Cadeia Varisca Ibérica e da sua correlação com as deformações equivalentes de Marrocos. Recentemente tem-se dedicado aos processos de colisão continente / arco vulcânico em, particular na região de Timor Leste. Os trabalhos realizados estiveram na base, quer de artigos publicados em revistas científicas nacionais e internacionais (cerca de 40 artigos em revistas com arbitragem científica e quase 150 comunicações em congressos), quer de teses de doutoramento e mestrado de que foi/é orientador ou co-orientador e que envolveram tanto alunos portugueses como marroquinos e timorenses em temáticas que vão desde a cadeia Varisca ibero-marroquina às deformações recentes em Timor Leste.

Ao nível da docência, tem leccionado aulas teóricas e práticas de Geologia de Campo, Geologia Estrutural, Cartografia, Geodinâmica, Geomorfologia, Geologia de Portugal e Geologia Geral, tanto a nível de cursos de 1º e 2º ciclo como de 3º ciclo,

quer em Portugal quer no Brasil. Organizou e orientou cursos de Geologia de Campo e seminários de Geologia Estrutural, em Portugal, Espanha e Marrocos.

Desde 1998 que se tem dedicado activamente à divulgação científica das Ciências da Terra, tendo sido responsável pela coordenação científica da instalação do Centro Ciência Viva de Estremoz (inaugurado em Maio de 2005) de que é actualmente Director Executivo. É autor ou co-autor de vários livros e filmes de divulgação científica.

É um dos fundadores do Grupo de Geologia Estrutural e Tectónica da Sociedade Geológica de Portugal do qual é actualmente Presidente.

Vice-Director da Escola de Ciência e Tecnologia da Universidade de Évora e membro eleito do seu Conselho Científico.





# instrumentos de recolha de informação



## questionário

Questionário usado no diagnóstico das conceções de alunos do 7.º ano de escolaridade sobre Tempo Geológico

## avaliação das estratégias implementadas na leção da temática

Entrevista realizada a alunos do 7.º ano de escolaridade

Análise das entrevistas realizadas a alunos do 7.º ano de escolaridade

Questionário administrado a alunos do 12.º ano de escolaridade

## autores

Margarida Morgado | Professora do Ensino Básico e Secundário da Escola Secundária de Viriato (Viseu) | [morgadommargarida@gmail.com](mailto:morgadommargarida@gmail.com)

Dorinda Rebelo | Professora do Ensino Básico e Secundário da Escola Secundária de Estarreja | [dorinda.rebelo@netvisao.pt](mailto:dorinda.rebelo@netvisao.pt)

Graça Monteiro MacDade | Professora do Ensino Básico e Secundário da Escola Secundária de Alcaldes de Faria (Barcelos) | [gracamonteiro88@hotmail.com](mailto:gracamonteiro88@hotmail.com)

Jorge Bonito | Professor Auxiliar do DPE-ECS da Universidade de Évora | Membro colaborador do CIDTFF da Universidade de Aveiro | [jbonito@uevora.pt](mailto:jbonito@uevora.pt)

Jorge Medina | Professor Auxiliar do DGeo da Universidade de Aveiro | [jmedina@ua.pt](mailto:jmedina@ua.pt)

Luís Marques | Professor Associado com Agregação Jubilado do Departamento de Educação da Universidade de Aveiro | Membro efetivo do CIDTFF da Universidade de Aveiro | [luis@ua.pt](mailto:luis@ua.pt)

Luísa Martins | Professora do Ensino Básico e Secundário da Escola Secundária de Alves Martins (Viseu) | [luisalopesmartins@gmail.com](mailto:luisalopesmartins@gmail.com)

# Questionário usado no diagnóstico das concepções de alunos do 7.º ano de escolaridade sobre Tempo Geológico

## Parte I

### Caracterização pessoal

Pergunta	Tipo	Modalidade	Objectivos
1.1.	De facto	Aberta	Proceder à caracterização da amostra
1.2.		Aberta	
1.3.		Aberta	
1.4.		Fechada	

## Parte II

### Concepções sobre o conceito de tempo

Pergunta	Tipo	Modalidade	Objectivos	Pergunta	Tipo	Modalidade	Objectivos				
1.	Opinião	Fechada	Diagnosticar as concepções de alunos acerca do conceito de tempo.	8.	Estimação	Estimação	Diagnosticar as concepções de alunos acerca dos critérios utilizados na criação da escala de tempo geológico.				
1.1.		Aberta		Estimação		Conhecer as concepções de alunos acerca do tempo que consideram que demoram determinados fenómenos geológicos.					
2. 2.1.		Aberta									
2.2.											
3.		Estimação	Conhecer as concepções temporais de alunos em relação a acontecimentos geológicos e não geológicos.	9.	Estimação	Conhecer a opinião de alunos relativamente à pertinência que atribuem ao tempo geológico para a compreensão de fenómenos e mecanismos geológicos.					
4.1.		Estimação	Mobilizar conceitos de tempo relativo numa concreta.	10.		Estimação	Diagnosticar as dificuldades que os alunos sentem na aprendizagem do conceito de tempo geológico.				
4. 4.2.		Fechada									
4.2.1.		Aberta									
5.		Estimação	Diagnosticar as concepções de alunos acerca da cronologia de acontecimentos que marcaram a história da Terra.	11.	Estimação						
6.1.		Estimação	Caracterizar as concepções de alunos acerca da compreensão dos acontecimentos geológicos que ocorreram num determinado local ao longo do tempo								
6.2.	Estimação	Diagnosticar as concepções de alunos acerca da importância que atribuem aos fósseis como indicadores da idade das rochas.									
7.	Fechada										
7.1.	Aberta										



# Questionário usado no diagnóstico das concepções de alunos do 7.º ano de escolaridade sobre Tempo Geológico

Este questionário pretende conhecer as tuas concepções acerca do Tempo. A tua colaboração é muito importante. Ela ajudará os Investigadores e os teus Professores a melhorarem as condições em que decorre a aprendizagem na disciplina de Ciências Naturais.

Não existem respostas certas nem erradas, pelo que te pedimos para responderes de forma sincera. Todas as respostas serão tratadas confidencialmente.

Por favor, responde a todas as questões individualmente. O questionário é anónimo e não vai ter qualquer influência na tua avaliação. Ser-te-á dado tempo necessário para responderes.

Obrigada pela tua colaboração!

## Parte I. Informações gerais

Responde às questões de 1.1. a 1.4., relativas aos teus dados pessoais.

1.1. Nome da tua Escola: \_\_\_\_\_

1.2. Concelho: \_\_\_\_\_

1.3. Idade: \_\_\_\_\_

1.4. Sexo: Masculino ☐ Feminino ☐  
(Assinala com um X a opção adequada.)

## Parte II

Para responderes às questões numeradas de 1 a 11, tem em consideração as tuas concepções sobre o Tempo e explicita, quando solicitado, o mais possível a tua opinião.

1. Se não houvesse relógios existiria tempo?

Sim ☐ Não ☐

(Assinala com um X a opção que consideras adequada)

1.1. Justifica a tua resposta: \_\_\_\_\_

--	--	--	--	--	--	--	--

2. Indica o significado das seguintes expressões:

2.1. “Em tempo algum”: \_\_\_\_\_

--	--	--	--	--	--	--	--

2.2. “Tempo sem fim”: \_\_\_\_\_

--	--	--	--	--	--	--	--

3. Ordena os acontecimentos que se seguem, indicando na Tabela I as letras correspondentes à sua ordem de ocorrência.

- A. 1ª Guerra Mundial.
- B. Separação da Pangea.
- C. Nascimento do meu pai.
- D. O meu ano de nascimento.
- E. Formação da Terra.
- F. Nascimento do meu avô.
- G. Extinção dos dinossauros.
- H. Formação da Serra da Estrela.

mais antigo

--	--	--	--	--	--	--	--

mais recente

4. “Um amigo do Jorge perguntou-lhe as idades dos seus amigos e ele respondeu: a Ana é mais nova que o Joaquim e mais velha que eu, que por sua vez sou mais velho que a Sara. A Rita é mais velha que a Ana e mais nova que o Joaquim.”

4.1. Coloca por ordem crescente de idades a Ana, o Joaquim, o Jorge, a Rita e a Sara.

--	--	--	--	--	--

4.2. Consegues saber a idade exacta da Ana?

Sim ☐ Não ☐

(Assinala com um X a opção que consideras adequada)

4.2.1. Justifica a tua resposta: \_\_\_\_\_

--	--	--	--	--	--	--	--



# Questionário usado no diagnóstico das concepções de alunos do 7.º ano de escolaridade sobre Tempo Geológico

5. Posiciona os números a que correspondem os acontecimentos geológicos da Tabela II na linha cronológica representada na Figura 1.

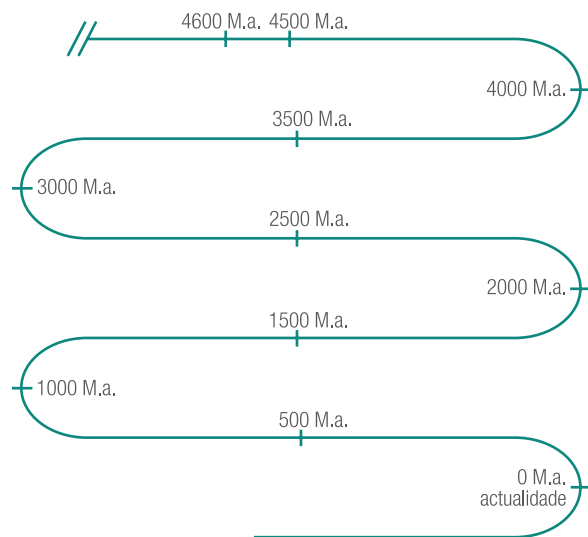
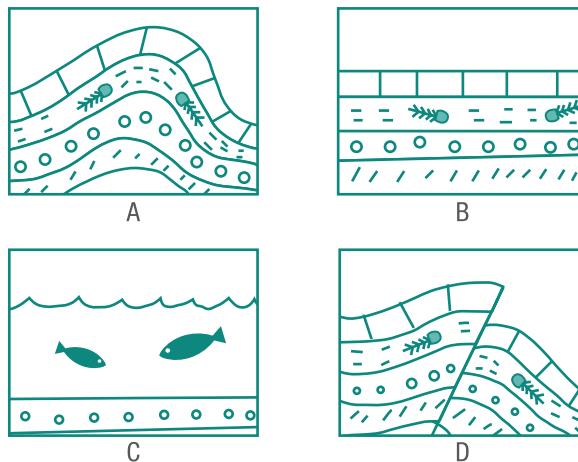


Figura 1

Tabela II

1. Aparecimento dos primeiros peixes.
2. Formação da crosta terrestre.
3. Extinção dos dinossauros.
4. Formação do planeta Terra.
5. Aparecimento das primeiras aves.
6. Extinção dos mamutes.
7. Aparecimento das primeiras formas de vida na Terra.
8. Extinção das trilobites.
9. Início da abertura do oceano Atlântico.
10. Aparecimento dos primeiros humanos na Terra.

6. Observa, atentamente, as imagens apresentadas (A a D) na Figura 2 que representam acontecimentos geológicos que ocorreram num determinado local ao longo do tempo.



- 6.1. Assinala a opção que traduz a sequência correcta, do ponto de vista cronológico, das imagens de A a D.

- a) A, C, B, D. ☐
- b) C, B, A, D. ☐
- c) A, C, D, B. ☐
- d) B, C, D, A. ☐
- e) C, B, D, A. ☐
- f) B, C, A, D. ☐

- 6.2. Ordena os processos abaixo indicados, tendo em conta a história geológica

representada na Figura 2, do mais antigo (escrevendo o n.º 1) para o mais recente (escrevendo o n.º 5).

- I) Compactação ☐
- II) Dobramento ☐
- III) Sedimentação ☐
- IV) Fossilização ☐
- V) Falhamento ☐

7. Na tua opinião os fósseis podem indicar a idade das rochas?

Sim ☐ Não ☐

(Assinala com um X a opção que consideras adequada)

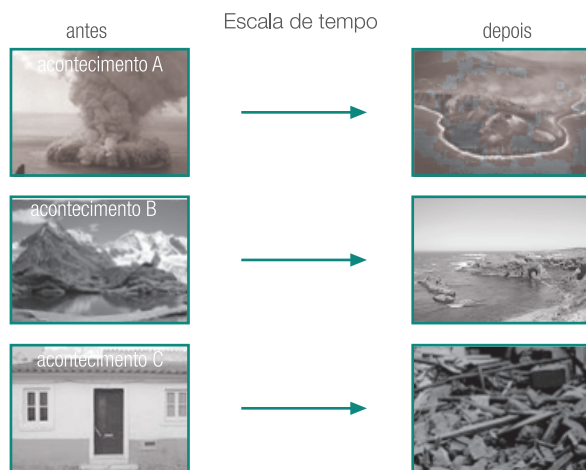
7.1. Justifica a tua resposta: \_\_\_\_\_

8. Estabelece a correspondência entre os números romanos da Escala de tempo (I a VI) e os acontecimentos geológicos (A a C), tendo em conta o tempo que consideras que foi necessário para que estes tenham ocorrido.

# Questionário usado no diagnóstico das concepções de alunos do 7.º ano de escolaridade sobre Tempo Geológico

## Escala de tempo

- I. De um dia até um mês
- II. De um mês a um ano
- III. De um ano a 10 anos
- IV. De 10 anos a 1 000 anos
- V. De 1 000 anos a 1 000 000 anos
- VI. Mais de 1 000 000 anos



9. Assinala na Tabela III o teu grau de concordância relativamente aos critérios que

consideras que foram utilizados na elaboração da escala do tempo geológico.

Tabela III

Critérios	Grau de concordância			
	Desacordo absoluto	Desacordo parcial	Acordo parcial	Acordo absoluto
9.1. Acontecimentos da história humana.				
9.2. Aparecimento de novas espécies de seres vivos.				
9.3. Divisões equitativas do tempo.				
9.4. Registo fóssil.				
9.5. Idade absoluta de uma rocha.				
9.6. Idade relativa dos estratos.				
9.7. Extinção de espécies de seres vivos.				

10. Assinala o teu grau de concordância relativamente às afirmações que a seguir se indicam, sobre a importância que atribuis

ao tempo geológico para a compreensão de fenómenos e mecanismos geológicos na Tabela IV.

Tabela IV

Afirmações O tempo geológico...	Grau de concordância			
	Desacordo absoluto	Desacordo parcial	Acordo parcial	Acordo absoluto
10.1. ...permite compreender a tectónica de placas.				
10.2. ...permite contabilizar a precipitação de uma determinada região.				
10.3. ...permite compreender o desaparecimento dos dinossauros.				
10.4. ... não permite compreender a evolução da vida na Terra.				
10.5. ...permite explicar a formação de montanhas.				
10.6. ...permite medir a variação da temperatura diária de uma determinada região.				
10.7. ....permite prever a erupção de um vulcão.				
10.8. ...permite explicar a formação do oceano Atlântico.				
10.9. ...não permite explicar a diferença da biodiversidade existente na Austrália, relativamente aos outros continentes.				
10.10. ....não permite prever a ocorrência de um sismo.				

# Questionário usado no diagnóstico das concepções de alunos do 7.º ano de escolaridade sobre Tempo Geológico

11. Assinala o teu grau de concordância relativamente às afirmações que a seguir se apresentam acerca do tempo geológico na Tabela V.

Tabela V

Afirmações O tempo geológico...	Grau de concordância			
	Desacordo absoluto	Desacordo parcial	Acordo parcial	Acordo absoluto
11.1. ...é um conceito demasiado complexo.				
11.2. ...exige números demasiado grandes.				
11.3. ...relata acontecimentos cronologicamente muito distantes de mim.				
11.4. ...dificulta a compreensão de fenómenos geológicos (ex. formação e erosão de montanhas, ...).				
11.5. ...relata fenómenos não presenciados pelo Homem.				
11.6. ...é dispensável na aprendizagem da Geologia.				
11.7. ...dificulta a compreensão da história da Terra.				
11.8. ...exige muita memorização, associando fenómenos geológicos a uma determinada idade.				
11.9. ...ajuda a compreender os acontecimentos da pré-história.				
11.10. ...é apresentado em esquemas muito complexos.				



Esta entrevista pretende averiguar a tua opinião sobre os materiais didácticos que foram implementados durante a leccionação da temática *A Terra conta a sua história*. Não existem respostas certas nem erradas, pelo que te pedimos para responderes às questões que te vão ser colocadas de forma sincera e o mais completa possível. As tuas respostas serão tratadas confidencialmente e não vão ter impacto na tua avaliação.

Obrigada pela tua colaboração!

### Parte I. Informações gerais

1. Idade (em anos)

2. Sexo

### Parte II. Avaliação das estratégias implementadas na leccionação da temática *A Terra conta a sua história*

No decorrer da leccionação da temática *A Terra conta a sua história* a tua professora implementou um conjunto diversificado de estratégias que visavam a melhoria da tua aprendizagem. Responde, de forma detalhada, às questões que a seguir te vão ser colocadas.

1. A experiência em que participaste distinguiu-se de outras usadas pelos teus professores de Ciências da Natureza no 5º e 6º anos de escolaridade?

1.1. Justifica a tua resposta.

2. Na experiência em que participaste foram abordados conceitos que habitualmente são tratados noutras disciplinas.

2.1. Dá exemplos de três desses conceitos e as disciplinas onde é habitual a sua leccionação.

3. A experiência em que participaste trouxe-te dificuldades?

3.1. Especifica as principais dificuldades que sentiste.

### Parte III. Avaliação das estratégias implementadas na leccionação da temática *A Terra conta a sua história* na aprendizagem

1. Tendo em conta a forma como decorreu o trabalho por ti realizado durante a implementação das estratégias utilizadas na leccionação da temática *A Terra conta a sua história*, responde de forma o mais completa possível às questões que a seguir te vou colocar.

1.1. Consideras que as actividades realizadas foram importantes para melhorar a tua aprendizagem? Porquê?

1.2. Quais foram as actividades que mais influenciaram a tua aprendizagem? Porquê?

1.3. E quais as actividades que, na tua opinião, foram menos importantes para a tua aprendizagem? Porquê?

2. Tendo em conta a forma como foi leccionada a temática *A Terra conta a sua história*, responde de forma completa às questões que a seguir te vou colocar.

2.1. As actividades realizadas ajudaram-te a compreender a história da Terra? Porquê?

2.2. As actividades realizadas ajudaram-te a compreender o conceito de tempo geológico? Porquê?

2.3. Que dificuldades sentiste na compreensão do conceito de tempo geológico? O que fizeste para ultrapassar as dificuldades sentidas?

2.4. As actividades realizadas sensibilizaram-te para a importância de conheceres a história da Terra? Porquê?

2.5. As actividades realizadas sensibilizaram-te para a necessidade de teres um papel mais activo na preservação do planeta Terra? Porquê?

3. Consideras que a metodologia implementada na leccionação da temática A Terra conta a sua história deverá ser adoptada no futuro por outras turmas? Porquê? E para outras temáticas? Especifica quais.

Muito obrigada pela tua colaboração!

Quadro 1. Objectivos das Perguntas da Entrevista a Efectuar aos Alunos do 7º Ano de Escolaridade.

Questões	Objectivos
<b>Parte I - Informações gerais</b> 1. Idade (em anos)      2. Sexo	› Proceder à caracterização pessoal dos entrevistados.
<b>Parte II - Avaliação das estratégias implementadas na leccionação da temática A Terra conta a sua história</b> 1. A experiência em que participaste distinguiu-se de outras usadas pelos teus professores de Ciências da Natureza no 5.º e 6.º anos de escolaridade? 1.1. Justifica a tua resposta. 2. Na experiência em que participaste foram abordados conceitos que habitualmente são tratados noutras disciplinas. 2.1. Dá exemplos de três desses conceitos e as disciplinas onde é habitual a sua leccionação. 3. A experiência em que participaste trouxe-te dificuldades? 3.1. Especifica as principais dificuldades que sentiste.	› Averiguar se os alunos reconheceram os materiais didácticos implementados como diferentes das estratégias habitualmente utilizadas pelos professores de Ciências em outros anos lectivos. › Diagnosticar se os alunos reconheceram que uma melhor compreensão da temática A Terra conta a sua história exigiu uma utilização integrada de conceitos de várias disciplinas. › Conhecer as principais dificuldades sentidas pelos alunos durante a implementação dos materiais didácticos.
<b>Parte III - Avaliação das estratégias implementadas na leccionação da temática A Terra conta a sua história na aprendizagem</b> 1. Tendo em conta a forma como decorreu o trabalho por ti realizado durante a implementação das estratégias utilizadas na leccionação da temática A Terra conta a sua história, responde de forma o mais completa possível às questões que a seguir te vou colocar. 1.1. Consideras que as actividades realizadas foram importantes para melhorar a tua aprendizagem? Porquê? 1.2. Quais foram as actividades que mais influenciaram a tua aprendizagem? Porquê? 1.3. E quais as actividades que, na tua opinião, foram menos importantes para a tua aprendizagem? Porquê?	› Averiguar se os alunos reconheceram que as estratégias utilizadas na leccionação da temática A Terra conta a sua história foram importantes para melhorar a sua aprendizagem.

Quadro 1. (Cont.) Objectivos das Perguntas da Entrevista a Efectuar aos Alunos do 7º Ano de Escolaridade.

Questões	Objectivos
2. Tendo em conta a forma como foi leccionada a temática A Terra conta a sua história, responde de forma completa às questões que a seguir te vou colocar. 2.1. As actividades realizadas ajudaram-te a compreender a história da Terra? Porquê? 2.2. As actividades realizadas ajudaram-te a compreender o conceito de tempo geológico? Porquê? 2.3. Que dificuldades sentiste na compreensão do conceito de tempo geológico? O que fizeste para ultrapassar as dificuldades sentidas? 2.4. As actividades realizadas sensibilizaram-te para a importância de conheceres a história da Terra? Porquê? 2.5. As actividades realizadas sensibilizaram-te para a necessidade de teres um papel mais activo na preservação do planeta Terra? Porquê? 3. Consideras que a metodologia implementada na leccionação da temática A Terra conta a sua história deverá ser adoptada no futuro por outras turmas? Porquê? E para outras temáticas? Especifica quais.	<ul style="list-style-type: none"><li>› Diagnosticar se os alunos reconheceram que as estratégias utilizadas na leccionação da temática A Terra conta a sua história contribuíram para a melhor compreensão da história da Terra.</li><li>› Inferir acerca da forma como as estratégias utilizadas na leccionação da temática A Terra conta a sua história facilitaram a compreensão do conceito de Tempo geológico.</li><li>› Diagnosticar o nível de reconhecimento dos alunos acerca da importância do conhecimento da história da Terra.</li><li>› Averiguar o nível de reconhecimento dos alunos acerca da necessidade de terem um papel mais activo na preservação do planeta Terra.</li><li>› Inferir acerca da importância que os alunos atribuem às estratégias utilizadas na leccionação da temática A Terra conta a sua história.</li></ul>

Entrevistas realizadas em Janeiro de 2011, após a implementação dos materiais didácticos | entrevistador: Graça McDade

### Parte I – Informações gerais

#### 1. Idade (em anos)

Idade: 12,2 anos

Os alunos entrevistados frequentam o 7.º ano de escolaridade e encontram-se integrados

em três turmas diferentes (dois alunos por turma). Procedendo à apreciação global dos entrevistados, constatamos que apresentam idades compreendidas entre 12 e 13 anos, cuja média se situa nos 12,2 anos e são quatro do sexo feminino e dois do sexo masculino.

#### 2. Sexo



A análise de conteúdo das entrevistas permite-nos constatar que todos os entrevistados consideraram que a experiência em que participaram se distinguiu de outras usadas pelos professores de Ciências da Natureza no 5.º e 6.º anos de escolaridade. Os alunos reconheceram que os materiais didácticos foram:

- diversificados e motivantes, o que contribuiu para uma maior compreensão dos conteúdos programáticos. Ex.: “Aqui tivemos as tabelas. Era mais “giro”...diferente” (E1);
- diferentes dos utilizados em anos anteriores, onde trabalhavam, sobretudo, com o manual escolar e tiravam apontamentos dados pelo professor. Ex.: “[Nos anos anteriores] só trabalhávamos com o livro e a passar para o caderno” (E2).

#### 2. Na experiência em que participaste foram abordados conceitos que habitualmente são tratados noutras disciplinas.

##### 2.1. Dá exemplos de três desses conceitos e as disciplinas onde é habitual a sua leccionação.

A análise de conteúdo das entrevistas permite-nos constatar que todos os entrevistados consideraram que na experiência vivenciada houve a utilização

integrada de conceitos de várias disciplinas. Em concreto, referiram que foram utilizados conceitos habitualmente leccionados nas disciplinas de:

- História, como é o caso do conceito de pré-história, de evolução do Homem, de fósseis, de escrita;
- Ciências Físico-Químicas, como é o caso do conceito de planetas, de formação e aparecimento da Terra;
- Formação Cívica, como é o caso do conceito de respeito pelo ambiente e de direitos do Homem;
- Matemática, como é o caso da realização de cálculos (relacionados com a idade da Terra).

#### 3. A experiência em que participaste trouxe-te dificuldades?

##### 3.1. Especifica as principais dificuldades que sentiste.

Cerca de 67% dos entrevistados consideraram que no decorrer da experiência vivenciada sentiram dificuldades. As dificuldades manifestadas pelos alunos recaem em aspectos de conteúdo, relativo aos fósseis e às principais características das Eras, e em aspectos procedimentais, relativos a dificuldades associadas a cálculos matemáticos. Eventualmente, o facto de o Tempo

### Parte II – Avaliação das estratégias implementadas na leccionação da temática A Terra conta a sua história

#### 1. A experiência em que participaste distinguiu-se de outras usadas pelos teus professores de Ciências da Natureza no 5.º e 6.º anos de escolaridade?

##### 1.1. Justifica a tua resposta.

Geológico estar dividido em Eras e Períodos com designações complexas, pode ter contribuído para as dificuldades manifestadas.

Parte III – Avaliação das estratégias implementadas na leccionação da temática A Terra conta a sua história na aprendizagem

*1. Tendo em conta a forma como decorreu o trabalho por ti realizado durante a implementação das estratégias utilizadas na leccionação da temática A Terra conta a sua história, responde de forma o mais completa possível às questões que a seguir te vou colocar.*

*1.1. Consideras que as actividades realizadas foram importantes para melhorar a tua aprendizagem? Porquê?*

*1.2. Quais foram as actividades que mais influenciaram a tua aprendizagem? Porquê?*

*1.3. E quais as actividades que, na tua opinião, foram menos importantes para a tua aprendizagem? Porquê?*

A análise de conteúdo das entrevistas permitenos constatar que todos os entrevistados reconheceram que as estratégias implementadas contribuíram para uma melhoria da aprendizagem dos alunos, na medida em que:

- foram abordados conteúdos sobre a história da Terra, que eram desconhecidos. Ex.: “Nunca

tinha falado da História e da idade da Terra e não tinha ideia da idade que a Terra tinha” (E1);

- foram implementadas estratégias que facilitaram a aprendizagem, com a utilização de fichas e de esquemas simples e claros. Ex.: “Sim, porque as fichas e os esquemas era tudo mais simples e claro de compreender” (E4).

Consideram que as actividades que mais influenciaram a aprendizagem foram as que estiveram relacionadas com o estudo dos fósseis, com a formação da Terra e com o Tempo Geológico, pela novidade de que se revestiram e pela facilitação na compreensão da História da Terra. Ex.: “A formação da Terra, porque assim ficamos a perceber como é que se formou tudo” (E5).

Cerca de 67% dos alunos não referiu nenhuma actividade como menos importante para a aprendizagem. Esta situação pode justificar-se pelo interesse que uma grande parte dos temas suscita aos alunos. Por outro lado, a novidade dos assuntos pode ter contribuído para a relevância que lhe foi atribuída. Os restantes apontam razões pessoais para considerarem que as actividades relacionadas com a discussão em torno do ambiente foram as que despertaram menos interesse, pelo facto de ser uma temática que tem vindo a ser abordada desde o primeiro ciclo.

*2. Tendo em conta a forma como foi leccionada a temática A Terra conta a sua história, responde de forma completa às questões que a seguir te vou colocar.*

*2.1. As actividades realizadas ajudaram-te a compreender a história da Terra? Porquê?*

*2.2. As actividades realizadas ajudaram-te a compreender o conceito de tempo geológico? Porquê?*

*2.3. Que dificuldades sentiste na compreensão do conceito de tempo geológico? O que fizeste para ultrapassar as dificuldades sentidas?*

*2.4. As actividades realizadas sensibilizaram-te para a importância de conheceres a história da Terra? Porquê?*

*2.5. As actividades realizadas sensibilizaram-te para a necessidade de teres um papel mais activo na preservação do planeta Terra? Porquê?*

A análise de conteúdo das entrevistas permitenos constatar que todos os entrevistados reconheceram que as actividades realizadas foram importantes para a compreensão da história da Terra, dado que permitiram:

- a abordagem de um tema muito interessante. Ex.: “A História da Terra é muito interessante” (E1);
- aprofundar aspectos religiosos, relacionados com a temática em estudo. Ex.: “Eu não sabia que o clero achava que a Terra tinha

aquela idade. Ficámos a saber o que cada um defendia” (E2);

- uma maior fundamentação sobre a história da Terra. Ex.: “Ficámos a saber há quanto tempo a Terra se formou e o que aconteceu” (E3);
- diversificar as abordagens efectuadas, com o recurso a esquemas e fichas. Ex.: “Os esquemas e as fichas estavam mais claros e com a professora a explicar compreendia-se melhor” (E4).

Os alunos consideraram que as actividades realizadas os ajudaram a compreender o conceito de Tempo Geológico, na medida em que:

- passaram a valorizar mais a temática do Tempo Geológico. Ex.: “Acho que é importante para nós termos a certeza qual é a idade da Terra” (E1);
- permitiu a abordagem de uma temática que era desconhecida. Ex.: “Porque eu não sabia o que era o Tempo Geológico” (E2);
- contribuiu para a compreensão do conceito de Tempo Geológico. Ex.: “Ficámos a saber há quanto tempo a Terra se formou e o que aconteceu” (E3);
- diversificar as abordagens efectuadas, com o recurso a esquemas e fichas. Ex.: “Estas actividades ajudaram-me a compreender

melhor as eras, as extinções e o surgimento dos seres vivos” (E4).

Metade dos entrevistados referiram que não sentiram dificuldades na compreensão do conceito de Tempo Geológico. Os alunos que sentiram dificuldades, remetem-nas para a memorização da designação das Eras. Ex.: “Na primeira semana ainda não decorava as data” (E4). Para ultrapassarem estas dificuldades referiram que fizeram pesquisas (ex.: livros, Internet) e dedicaram mais tempo ao estudo.

Os alunos reconheceram que as actividades realizadas os sensibilizaram para a importância do conhecimento da história da Terra, dado que facilitaram a compreensão do passado da Terra. Ex.: “Para se perceber como tudo se formou” (E5) e dos fenómenos actuais. Ex.: “Para compreender melhor os fenómenos que estão a acontecer” (E3).

Reconhecem, também, que as actividades realizadas os sensibilizaram para a necessidade de terem um papel mais activo na preservação do planeta Terra. Cerca de 33% dos alunos refere que a sensibilização conseguida se deveu a uma maior fundamentação acerca das causas e consequências da poluição e 67% remetem para o assumir de uma maior responsabilização pessoal pela preservação do planeta Terra.

*3. Consideras que a metodologia implementada na leccionação da temática A Terra conta a sua história deverá ser adoptada no futuro por outras turmas? Porquê? E para outras temáticas? Especifica quais.*

A análise de conteúdo das entrevistas permite-nos constatar que todos os entrevistados reconheceram que a metodologia implementada na leccionação da temática A Terra conta a sua história deverá ser adoptada no futuro por outras turmas, pois consideraram que pode contribuir para que os alunos:

- aprendam de uma forma diferente (Ex.: “Também têm o direito de aprender de forma diferente” (E1);
- compreendam melhor a temática. (Ex.: “Porque é bom e para ser mais fácil de compreender” (E2);
- se motivem para a aprendizagem das Ciências. (Ex.: “Porque assim pode ajudar os alunos a gostar mais de Ciências” (E4).



Obrigada pela sua colaboração!

1.1. Justifique a sua resposta:\_\_\_\_\_

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

ultaneamente conceitos de várias

---

---



---

---

---

---

---

---

---

---

experiência vivenciada trouxe-lhe dificuldades

n ☐ Não ☐

. Se respondeu sim especifique quais: \_\_\_\_\_

---

---

---

---

---



---

---

---

## Parte III. Avaliação dos impactes dos materiais didácticos na aprendizagem

1. Tendo em conta a forma como foi leccionada a temática *A História da Terra e da Vida* (Sub-

Tema: A medida do tempo e a História da Vida), na Tabela I, coloque um X na coluna que melhor traduz a sua opinião.

2. Na leccionação da temática *A História da Terra e da Vida* (Sub-Tema: A medida do tempo e a História da Vida) foi abordado o conceito de Tempo Geológico. Na Tabela II, coloque um X na coluna que melhor traduz a sua opinião.

Tabela I

A experiência vivenciada...	Grau de concordância			
	Desacordo absoluto	Desacordo parcial	Acordo parcial	Acordo absoluto
1.1. ...aumentou o meu interesse pelo estudo da temática <i>A História da Terra e da Vida</i> .				
1.2. ... permitiu-me o acesso a um conjunto diversificado de informações que não conhecia sobre a temática <i>A História da Terra e da Vida</i> .				
1.3. ...foi fomentadora de actividades inovadoras que melhoraram a minha aprendizagem na temática <i>A História da Terra e da Vida</i> .				
1.4. ...sensibilizou-me para a importância da integração de conceitos de várias disciplinas no aprofundamento da temática <i>A História da Terra e da Vida</i> .				
1.5. ...deu-me a conhecer informações que eram bastante confusas.				
1.6. ... tornou a abordagem da temática <i>A História da Terra e da Vida</i> atractiva.				
1.7. ... despertou em mim a reflexão acerca da história da Terra e da vida.				
1.8. ...podia ter sido substituída por aulas teóricas em que a professora apresentasse os conceitos que foram abordados.				
1.9. ...estimulou-me para a necessidade de assumir um papel mais activo e interventivo na preservação dos seres vivos e do planeta Terra.				
1.10. ...fez-me reflectir acerca das minhas atitudes diárias no sentido de as avaliar e verificar se contribuem para a preservação dos seres vivos e do planeta Terra.				

Tabela II

Os materiais didácticos implementados...	Grau de concordância			
	Desacordo absoluto	Desacordo parcial	Acordo parcial	Acordo absoluto
2.1. ...ajudaram-me a compreender que existem diferentes tipos de escalas de tempo.				
2.2. ... facilitaram a datação de acontecimentos sociais, culturais e geológicos.				
2.3. ...contribuíram para que eu valorizasse registos que podem ser úteis na contagem da história do Homem.				
2.4. ...deram-me a conhecer diferentes métodos utilizados na medição do tempo.				
2.5. ...sensibilizaram-me para as dificuldades que existem na determinação da idade da Terra.				
2.6. ... deram-me a conhecer os critérios que foram utilizados na construção da escala de tempo geológico.				
2.7. ... contribuíram para que eu passasse a dar mais importância aos acontecimentos geológicos na construção da escala de tempo geológico.				
2.8. ... ajudaram-me a compreender o conceito de Tempo Geológico.				
2.9. ... sensibilizaram-me para a importância do conhecimento da história da Terra na previsão da sua evolução.				
2.10. ... implicaram-me na preservação do planeta Terra.				

Sim ☐ Não ☐

[illegible]

# indicadores de realização do projeto

## materiais curriculares

Integração dos materiais no currículo

Guião para a abordagem do tema “A Terra conta a sua história”

## autores

Dorinda Rebelo | Professora do Ensino Básico e Secundário da Escola Secundária de Estarreja | [dorinda.rebelo@netvisao.pt](mailto:dorinda.rebelo@netvisao.pt)

Margarida Morgado | Professora do Ensino Básico e Secundário da Escola Secundária de Viriato (Viseu) | [morgadommargarida@gmail.com](mailto:morgadommargarida@gmail.com)

Graça Monteiro MacDade | Professora do Ensino Básico e Secundário da Escola Secundária de Alcaldes de Faria (Barcelos) | [gracamonteiro88@hotmail.com](mailto:gracamonteiro88@hotmail.com)

Luísa Martins | Professora do Ensino Básico e Secundário da Escola Secundária de Alves Martins (Viseu) | [luisalopesmartins@gmail.com](mailto:luisalopesmartins@gmail.com)

Jorge Bonito | Professor Auxiliar do DPE-ECS da Universidade de Évora | Membro colaborador do CIDTFF da Universidade de Aveiro | [jbonito@uevora.pt](mailto:jbonito@uevora.pt)

Jorge Medina | Professor Auxiliar do DGeo da Universidade de Aveiro | [jmedina@ua.pt](mailto:jmedina@ua.pt)

Luís Marques | Professor Associado com Agregação Jubilado do Departamento de Educação da Universidade de Aveiro | Membro efetivo do CIDTFF da Universidade de Aveiro | [luis@ua.pt](mailto:luis@ua.pt)

## principais publicações

Será que a Terra poderá contar a sua história? Que tipo de história? Que importância tem para nós conhecermos a história da Terra?

Guião orientador das actividades de aprendizagem	Temas do programa de Ciências Naturais	Subtemas	Articulação do guião com as orientações curriculares	Conceitos a explorar	Articulação interdisciplinar	TL
<b>I – A tua história...</b> <b>Subquestão orientadora</b> Quais são os principais acontecimentos que enquadram a história da tua vida?	<b>Terra em Transformação</b>	<b>A Terra conta a sua história</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Fósseis e sua importância para a reconstituição da história da Terra</li> <li>Grandes etapas da história da Terra</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Discussão da importância do “tempo” na história do aluno, na história da sua família e na história do Homem, perspetivando a relevância deste conceito para a compreensão da história da Terra e da vida</li> <li>Observação de fósseis e construção de moldes internos e externos, seguida de discussão dos diferentes tipos de fossilização.</li> <li>Identificação de acontecimentos que marcaram a história da Terra e da vida e discutir o “tempo” que demoraram a ocorrer (ex.: extinção de alguns seres vivos no passado), relacionando a evolução dos seres vivos com as etapas da história da Terra.</li> <li>Discussão dos critérios usados na construção das diferentes escalas temporais.</li> <li>Discussão da importância das rochas e dos fósseis para a datação das formações onde se encontram e para a reconstituição de ambientes do passado que ajudem a contar a história da Terra.</li> </ul>	Tempo (horas, minutos, segundos) História Fóssil Molde interno e externo Tipos de fossilização Extinção em massa Transgressão e regressão marinha Tempo geológico Escala de tempo geológico Idade relativa Idade absoluta Fósseis de idade e de fácies Paleoambiente Células e surgimento da vida	<b>Língua Portuguesa</b> Elaboração de textos partindo de acontecimentos que marcaram a história pessoal e social dos alunos (I. 2) Análise de diferentes referentes temporais (I. 5)	
<b>II – A história do Homem...</b> <b>Subquestão orientadora</b> Que dados nos permitem contar a história do Homem?					<b>História</b> A história do Homem (II. 1 a 8) Divisão do tempo histórico (II.2) Critérios utilizados na divisão do tempo histórico (II.4)	
<b>III – A história da Terra e da vida...</b> <b>Subquestão orientadora</b> Que evidências existem que nos ajudem a contar a história da Terra e da vida?		<b>Dinâmica interna da Terra</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Deriva dos continentes e Tectónica de Placas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Discussão da deriva continental com base nos argumentos que a sustentaram e nos argumentos que na época a contestaram.</li> </ul>	Deriva continental Argumentos paleontológicos, paleoclimáticos, litológicos e morfológicos	<b>Ciências Físico-Químicas</b> História da Ciência (II. 9 e III.1)	
					<b>Matemática</b> A história da Matemática (II. 9.2)	



## Será que a Terra poderá contar a sua história? Que tipo de história? Que importância tem para nós conhecermos a história da Terra?

### Integração dos materiais no currículo

Guião orientador das actividades de aprendizagem	Temas do programa de Ciências Naturais	Subtemas	Articulação do guião com as orientações curriculares	Conceitos a explorar	Articulação interdisciplinar	TL
			<ul style="list-style-type: none"><li>Introdução à Teoria da Tectónica de Placas, no sentido de os alunos compreenderem que o dinamismo da Terra está evidente na formação da crosta terrestre, na formação de cadeias montanhosas e na ocorrência de sismos e vulcões, e por outro lado, está relacionado com dinâmica interna da Terra</li></ul>	Teoria da Tectónica de Placas		
		<b>Dinâmica externa da Terra</b> <ul style="list-style-type: none"><li>Rochas, testemunhos da actividade da Terra</li><li>Paisagens geológicas</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>Discussão acerca do tempo que demora a ocorrer a modelação de algumas paisagens (ex.: formação da Ria de Aveiro), relacionando com as dificuldades sentidas pelos geólogos na datação de acontecimentos que ajudam a contar a história das paisagens</li><li>Reflexão acerca da importância da utilização de instrumentos diversificados que ajudem a conhecer a forma como evoluem as paisagens</li></ul>	Afloramentos Paisagem geológica Dinâmica externa da Terra Agentes modeladores da paisagem		
<b>IV – O Homem e a evolução do planeta Terra...</b> Subquestão orientadora De que modo a interpretação da história da Terra nos pode ajudar a prever a sua evolução?	<b>Sustentabilidade na Terra</b>	<b>Ecossistemas</b> <ul style="list-style-type: none"><li>Interacção seres vivos - ambiente</li><li>Perturbações no equilíbrio dos ecossistemas</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>Reflexão sobre a influência dos factores abióticos nos seres vivos (ex.: efeitos de ordem fisiológica ou comportamental) e/ou sobre as populações (ex.: efeitos sobre a taxa de natalidade ou mortalidade, emigração ou imigração), partindo da informação contida no guião</li><li>Realização de actividades experimentais para o estudo da influência de alguns factores abióticos sobre os seres vivos (ex.: temperatura, luz)</li></ul>	Ecossistema Comunidade População Espécie Habitat Cadeias e teias alimentares Factores bióticos Factores abióticos Predação Parasitismo Competição Comensalismo		





Será que a Terra poderá contar a sua história? Que tipo de história? Que importância tem para nós conhecermos a história da Terra?

Guião orientador das actividades de aprendizagem	Temas do programa de Ciências Naturais	Subtemas	Articulação do guião com as orientações curriculares	Conceitos a explorar	Articulação interdisciplinar	TL
<b>V – O tempo da consciência na evolução...</b> Subquestão orientadora O Homem saberá habitar sabiamente o planeta Terra?			<ul style="list-style-type: none"> <li>• Discussão das implicações da extinção de algumas espécies nas relações tróficas existentes nos ecossistemas e na sobrevivência de outras espécies</li> <li>• Reflexão sobre causas e efeitos de catástrofes, partindo das causas que poderão ter provocado a extinção dos dinossauros e das suas consequências em termos ambientais</li> <li>• Discussão de temas como o efeito de estufa, o buraco do ozono, as chuvas ácidas, a deflorestação, entre outros, e da sua importância na compreensão da evolução do planeta Terra</li> <li>• Reflexão sobre as medidas a tomar, individual e colectivamente, no sentido de promover a preservação do planeta Terra.</li> </ul>	Fontes de poluição Agentes poluentes Cidadania		

No decorrer da leccionação do sub-tema *A Terra conta a sua história* procuramos que obtenhas respostas para as seguintes questões:

Será que a Terra poderá contar a sua história? Que tipo de história? Que importância tem para nós conhecermos a história da Terra?

Para tal, propomos-te que realizes as actividades que a seguir se apresentam.

## I. A tua história...

**Quais são os principais acontecimentos que enquadram a história da tua vida?**

Todos nós, independentemente da idade, somos capazes de contar alguma parte da história da nossa vida, recorrendo aos acontecimentos que mais a marcaram, quer pela positiva (ex.: nascimento de um irmão), quer pela negativa (ex.: morte de um familiar ou amigo). Por outro lado, também sabemos que fazem parte da nossa história outros acontecimentos que saem do contexto familiar, pois são de âmbito local (ex.: encerramento de uma empresa), regional (ex.: ocorrência de cheias) ou mesmo global (ex.: erupção vulcânica da Islândia).

1. Para te ajudar a contar a história da tua vida, **assinala** no friso cronológico da Figura 1 acontecimentos que a tenham marcado. No lado esquerdo assinala os acontecimentos que tiveram lugar em contexto familiar e no lado direito os que foram de âmbito local, regional ou global.

Acontecimentos de contexto familiar (ex.: o teu nascimento)	...	Acontecimentos de contexto local, regional ou global (ex.: sismos)
	1996	
	1997	
	1998	
	1999	
	2000	
	2001	
	2002	
	2003	
	2004	
	2005	
	2006	
	2007	
	2008	
	2009	
	2010	
	2011	
	...	

Figura 1. Friso cronológico.

2. **Elabora** um texto, com 5 a 10 linhas, em que contes a história da tua vida, utilizando os acontecimentos que assinalaste no friso.

3. **Discute**, com os teus colegas de grupo, as questões que a seguir se colocam.

De que forma a escala de tempo que consta no friso cronológico da Figura 1 foi importante para contares a história da tua vida?

Que outras escalas de tempo existem?

Em que diferem da que acabaste de utilizar?

Que histórias ajudam a contar?

4. **Apresenta** à turma as ideias principais que resultaram da discussão tida no teu grupo de trabalho relativamente às questões anteriores.

5. Na disciplina de Língua Portuguesa tens estudado alguns referentes temporais. **Analisa**, atentamente, os referentes que a seguir se apresentam.

Depois	Agora	Amanhã
Hoje	Durante	Futuramente
Antigamente	Ontem	Antes

5.1. **Agrupa** os referentes temporais apresentados em três categorias, de acordo com o seu significado temporal.

5.2. Que critério utilizaste, na questão anterior, para a separação dos referentes temporais em três categorias?

6. Precisamos, agora, que nos ajudes a contar a história da vida do teu avô materno.

6.1. **Enumera** acontecimentos que conheças da vida do teu avô materno.

6.2. Quais são as dificuldades que sentiste na contagem dos acontecimentos da vida do teu avô materno?

6.3. Quais são as razões que encontras para as dificuldades referidas na resposta à pergunta anterior?

6.4. Quem te poderia ajudar a ultrapassar as dificuldades diagnosticadas na contagem dos acontecimentos da vida do teu avô materno? **Justifica** a tua resposta.

7. Propomos-te que recues um pouco mais no tempo...

7.1. Em relação ao avô da tua mãe, que acontecimentos conheces que possam ajudar-te a contar a sua história de vida?

7.2. Quais são os acontecimentos da vida do avô da tua mãe que conheces? Como acedeste a eles?

7.3. Caso desconheças alguns acontecimentos da vida do avô da tua mãe, como poderias aceder à informação que te permitiria contar a sua história de vida?

7.4. Que dificuldades pensas que irias encontrar no acesso à informação necessária para contar a história da vida do avô da tua mãe? Porquê?

História, do  
pintor grego  
Nikolaos  
Gysis (1892)

Pré-história	Antiguidade	Idade Média	Idade Moderna	Idade Contemporânea
<p>5 000 000 a.C.</p> <p>Paleolítico Neolítico Idade dos Metais</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>. Idade do Cobre</li> <li>. Idade do Bronze</li> <li>. Idade do Ferro</li> </ul>	<p>3 000 a.C.</p> <p>aparecimento da escrita</p>	<p>476</p> <p>fim do Império Romano do Ocidente</p>	<p>1492</p> <p>fim do Império Romano Bizantino</p>	<p>1789</p> <p>Revolução Francesa</p> <p>Declaração dos Direitos do Homem</p>



a uma escala, da qual fazem parte unidades de tempo como os anos, as horas, os minutos...

9.1. Estas unidades de tempo existiam antes do aparecimento do Homem ou foi o Homem que as inventou?

9.2. As unidades de tempo fazem parte da história do Homem. Para compreenderes a forma como o Homem construiu as unidades de tempo realiza as actividades que a seguir são apresentadas.

9.2.1. **Lê**, com atenção, o Documento 1.

9.2.1.1. Como explicas que o Homem tenha utilizado os astros para medir o tempo?

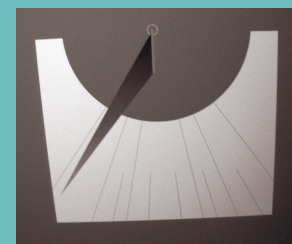
9.2.1.2. Que contributos podem dar os físicos e os matemáticos para ajudar a medir o tempo?

9.2.1.3. Que importância tem a divisão do tempo em dias, horas, minutos, segundos, ... na vida de cada um de nós?

## documento 1

*Desde a Antiguidade que o homem olhou o céu e utilizou os astros para medir o tempo. A unidade de tempo usada pelo homem primitivo foi, provavelmente, o intervalo decorrido entre o nascer e o pôr-do-sol. A este intervalo corresponde um período de luz solar seguido de um período de escuridão com duração variável. Cada um destes períodos foi dividido, pelo homem, em 12 partes designadas de horas temporárias. Mas como os períodos de luz e escuridão variam ao longo do ano, as horas temporárias tinham duração variável. Hiparco (190-125 a.C.) dividiu, então, o conjunto dos dois períodos em 24 horas iguais que, mais tarde, foram divididas por Ptolomeu (séc. II) em 60 minutos e estes em 60 segundos. A divisão do tempo em horas, minutos, segundos... foi acompanhada pela construção e utilização de instrumentos que ajudaram a medir estas unidades, que acompanharam o homem ao longo do tempo e que evoluíram com o progresso do conhecimento (relógios de sol, ampulhetas, relógios mecânicos, digitais, atômicos...).*

Adaptado de: Exposição O que é o Tempo? (MCUL, 2010)



relógio de sol



relógio mecânico

9.2.1.4. Que vantagens tem a utilização de relógios digitais e atômicos para medir o tempo, comparativamente à utilização dos relógios de sol?

10. A história do Homem tem sido acompanhada por alguns acontecimentos geológicos, uns mais perceptíveis do que outros.

10.1. **Pesquisa/indica** três acontecimentos geológicos que o Homem tenha presenciado.

10.2. O que é que existe em comum entre os fenómenos geológicos referidos na alínea anterior?

10.3. **Observa**, com atenção, a imagem da Figura 3, relativa ao processo de formação da “Ria de Aveiro”.

10.3.1. **Indica**, aproximadamente, quanto tempo demorou a “Ria de Aveiro” a formar-se (ver Figura 3).

10.3.2. Por que razão os acontecimentos geológicos como os relatados para a formação da “Ria de Aveiro” são fenómenos muito demorados?

10.3.3. Quais te parecem ser as dificuldades que têm os geólogos para datar acontecimentos como a formação da “Ria de Aveiro”?

10.3.4. Quais são os instrumentos a que os geólogos recorrem para ultrapassar as dificuldades referidas na resposta anterior?

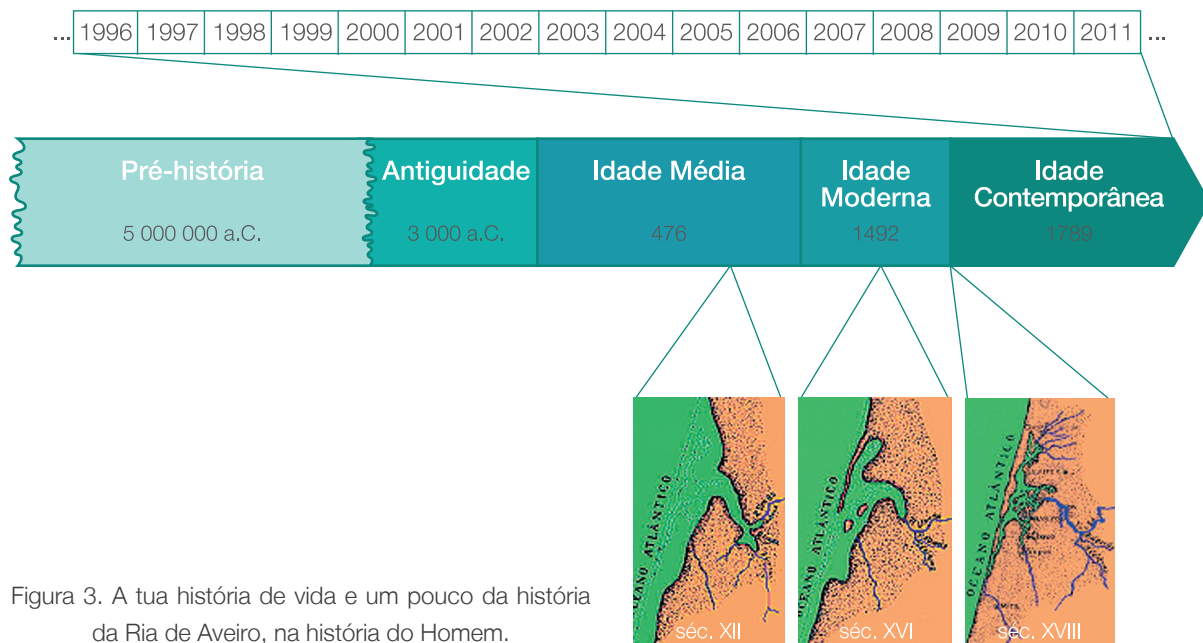


Figura 3. A tua história de vida e um pouco da história da Ria de Aveiro, na história do Homem.



## III – A história da Terra e da Vida...

**Que evidências existem que nos ajudem a contar a história da Terra e da vida?**

A Terra ter-se-á formado há cerca de 4 600 milhões de anos, ao mesmo tempo que outros planetas do Sistema Solar, a partir de uma vasta nebulosa constituída essencialmente por gás (hidrogénio e hélio) e poeiras cósmicas contendo elementos químicos mais pesados.



O estudo da vida e da sua evolução no nosso planeta tem sido feito ao longo do tempo. Mostra que a vida na Terra evoluiu desde formas primitivas simples (unicelulares) até formas mais complexas (multicelulares com órgãos especializados) e tem permitido construir uma consciência do passado.

1. **Lê**, com atenção, o Documento 2, relativo às controvérsias que existiram em relação à determinação da idade da Terra.

### documento 2

*Como consta das Sagradas Escrituras afirmava-se, entre os hebreus, que a Terra fora gerada em seis dias, há cerca de seis mil anos. Esta crença, manti-da a ferro e fogo pela Igreja, paralisou o avanço do conhecimento científico neste domínio, durante quase dezoito séculos. (...) Para o tempo bíblico, tido como o tempo da Terra e do Homem, os clérigos de então aceitavam aquela cifra e não mais. Numa época marcada pela rigorosa observância aos dogmas impostos pela Fé, não era fácil defender a imensi-dade do tempo geológico.*



Adaptado de: Como Bola Colorida (Carvalho, 2007)

1.1. **Comenta** a seguinte afirmação:  
Actualmente a informação descrita no Documento 2 assume apenas uma importância histórica.

1.2. Falar de milhões de anos na história da Terra e conceber um tempo para trás da criação do Homem foram conquistas árduas e tantas vezes trágicas da Ciência sobre o dogmatismo reli-gioso dominante na Europa do século XV e XVI.

1.2.1. **Apresenta** um facto que evidencie que a Ciência é condicionada por factores sociais.

1.2.2. Que importância teve para o Homem saber que a Terra não tinha apenas seis mil anos?

1.2.3. Vários têm sido os estudos que permitiram datar o planeta Terra e considerar-se que se formou há 4 600 milhões de anos. Que instrumentos terá utilizado o Homem para chegar à idade da Terra?

2. **Observa**, com atenção, na Figura 4 a parte correspondente ao tempo geológico desde que a Terra se formou até há 540 M.a.

# Guião para a abordagem do tema "A Terra conta a sua história"

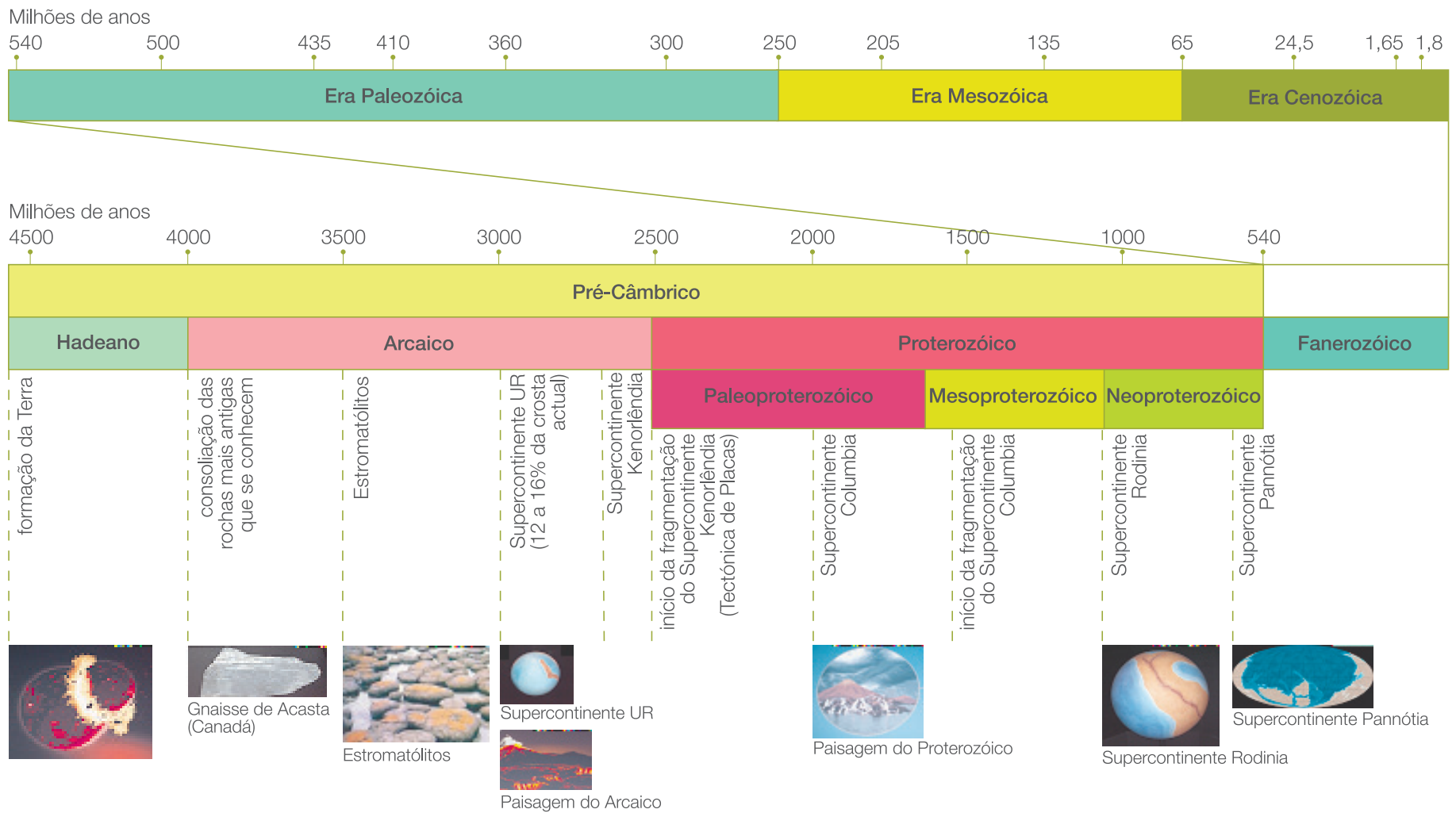


Figura 4. Escala de tempo geológico

2.1. Como podes constatar o Pré-Câmbrico está subdividido em intervalos de tempo de duração distinta (Hadeano, Arcaico e Proterozóico). Por que razão os intervalos de tempo considerados não têm todos a mesma duração?

2.2. Que critérios terão sido utilizados para criar os intervalos de tempo considerados?

2.3. Quais as dificuldades que pensas que têm os investigadores para contar a história da Terra no tempo considerado?

3. **Lê**, com atenção, o Documento 3, relativo à descrição da descoberta de um local rico em fósseis considerados dos mais antigos que se conhecem.

3.1. **Assinala** na Figura 6 o momento da “Explosão do Câmbrio” referido no texto, representando nele o modelo da Sidneyia (Figura 5) – um animal típico desse Período.

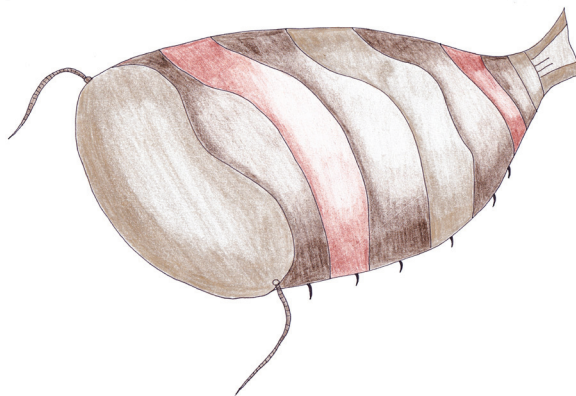


Figura 5. Sidneyia (adaptado de: Wonderful Life, Gould, 2000).

3.2. Que critérios terão sido utilizados para criar os Períodos compreendidos entre os 540 M.a. e os 65 M.a.?

3.3. Quais foram os factores que facilitaram aos investigadores a elaboração da história da Terra no tempo considerado?

3.4. Também na América do Norte, no Colorado e no Wyoming, nos finais de 1870 foram encontrados fósseis de outras espécies de seres vivos de grandes dimensões e que ocupavam a terra firme. Trata-se de um grupo de animais que são classificados como Dinossauros.

3.4.1. Qual terá sido a reacção dos paleontólogos quando encontraram fósseis com tão grandes dimensões?

3.4.2. Quais te parecem ter sido as dificuldades dos investigadores para explicar a existência destes animais no passado e a sua inexistência actual?

4. **Lê**, com atenção, o seguinte texto, relativo à descrição da descoberta de dinossauros em Portugal e **analisa** a imagem do Documento 4.

## documento 3

*A história dos xistos de Burgess (Canadá) é fascinante em termos humanos. A fauna foi descoberta em 1909 pelo grande paleontólogo Norte-Americano Charles Doolittle Walcott, onde classificou toda aquela fauna como sendo antecessora de outras mais modernas e actuais. Antes da Era Paleozóica não se conheciam fósseis e presumiu-se que tantas formas de vida marcadas nos xistos de Burgess correspondessem a uma explosão de formas de vida, conhecidas como “Explosão do Câmbrio”, datadas de 540 milhões de anos.*

Adaptado de: Wonderful Life (Gould, 2000)



O concelho da Lourinhã, o mais a Norte do distrito de Lisboa, devido à idade de formação das rochas (Jurássico Superior, 160 M.a. – 142 M.a.), às características das suas praias e ao relevo das arribas, conserva um dos mais abundantes registos fósseis da Europa. É um local privilegiado para a compreensão de algumas etapas da história da Terra e para a aquisição de conhecimentos sobre um dos grupos de animais mais enigmáticos que povoaram a Terra – os dinossauros.

## documento 4



- 4.1. Que explicação dás para o facto de se terem observado fósseis de uma mesma espécie de dinossauros em Portugal e nos Estados Unidos?
- 4.2. O que podes inferir relativamente à posição dos continentes no tempo em que os dinossauros viveram na Terra?
5. No princípio do século XX, em 1912, veio a público a ideia defendida por um meteorologista alemão sobre a deslocação dos continentes. Este investigador, chamado Alfred Wegener, sugeriu que no início da Era Mesozóica os continentes estavam todos juntos num

super-continente chamado Pangea, altura a partir da qual se iniciou a sua fragmentação e deslocação até às posições actuais. Tratava-se da Teoria da Deriva Continental.

- 5.1. **Assinala** na Figura 6 o momento em que os continentes estavam todos juntos, representando nele o modelo da Pangea (Figura 7).
- 5.2. **Indica**, em milhões de anos, o tempo de movimentação dos continentes desde que estiveram unidos na Pangea.
- 5.3. Será que a movimentação dos continentes provocou alguma alteração no clima? E

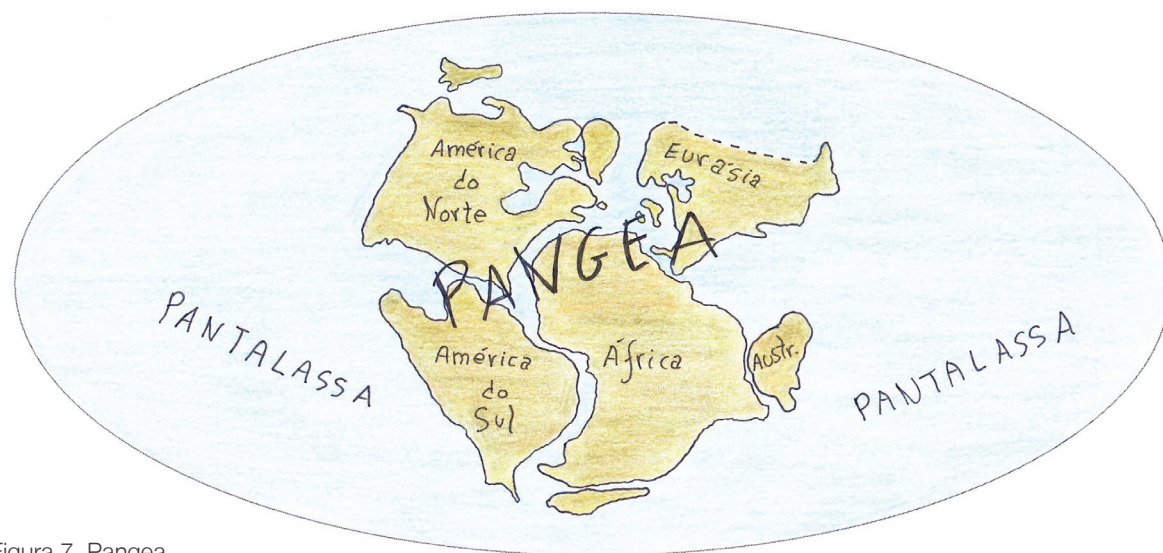


Figura 7. Pangea.

# Guia para a abordagem do tema "A Terra conta a sua história"

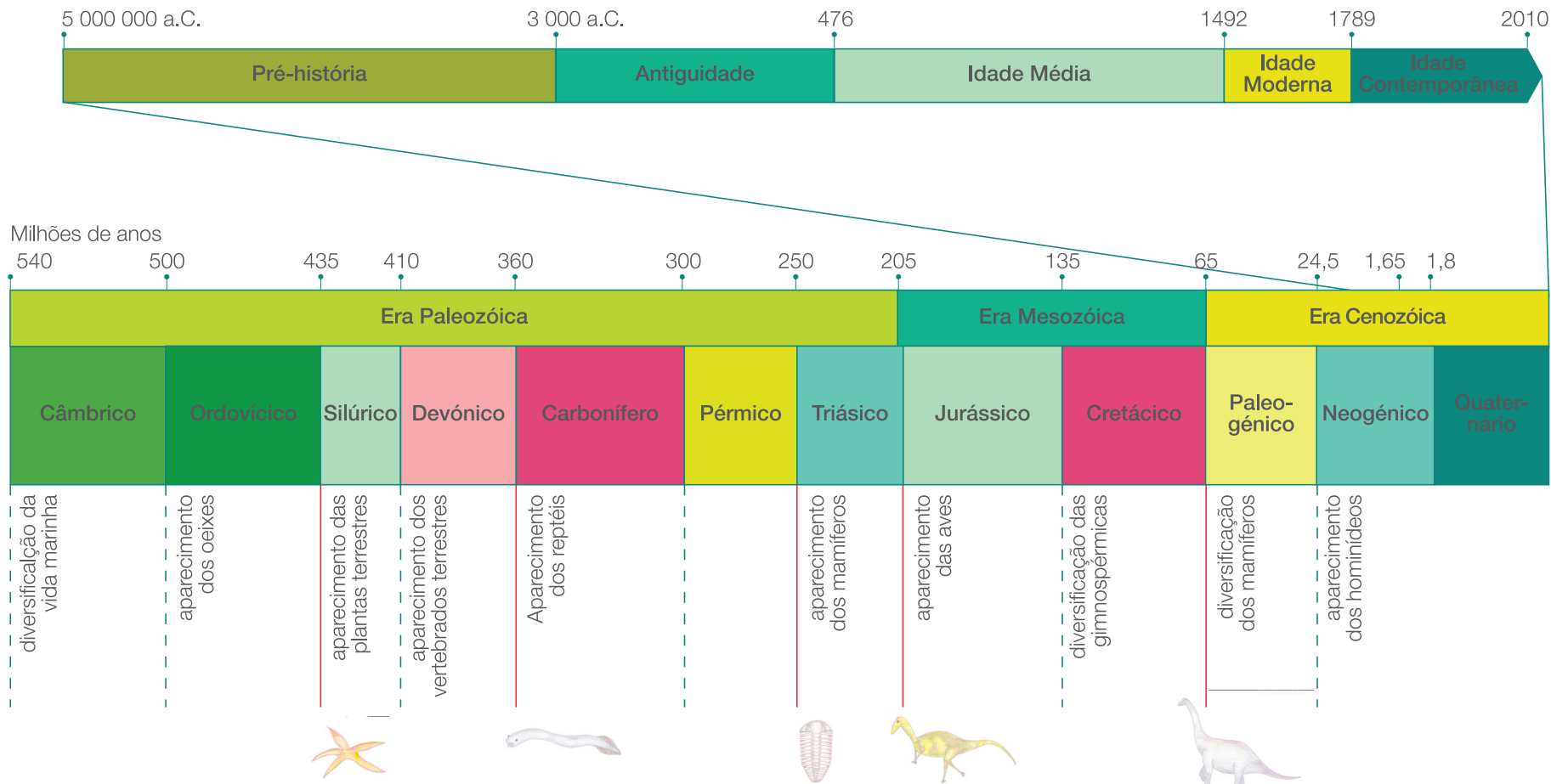


Figura 6. Escala de tempo geológico dos últimos 540 M.a.



que influência poderá ter tido esse factor na sobrevivência dos seres vivos?

5.4. **Indica** um elemento comum nas divisões do tempo geológico, apresentado na Figura 6.

6. Nos anos 80 do século XX um grupo de investigadores liderado por Luis Alvarez, prémio Nobel da Física na década de 60, em conjunto com um grupo de investigadores de várias áreas do conhecimento, sugeriu que um meteorito de grandes dimensões colidiu com a superfície da Terra (Figura 8), há cerca de 65 milhões de anos.



Figura 8. Ilustração da queda do meteorito.

6.1. Que dificuldades terão tido os investigadores para tornar credível esta hipótese?

6.2. **Indica** outro acontecimento expresso na Figura 6 que tenha ocorrido há 65 milhões de anos.

6.3. Como te parece que se pode contar uma história como esta, sabendo que já passaram tantos milhões de anos?

6.4. Lê, com atenção, o Documento 5, que descreve alguns dos estudos realizados por Luis Alvarez e a sua equipa.

6.4.1. **Representa** esquematicamente, da mais antiga para a mais recente, as camadas referidas no texto, com a respectiva legenda. Fundamenta a tua resposta.

6.4.2. **Discute** com os colegas do teu grupo de trabalho se os dados

recolhidos pela equipa de Luis Alvarez, apoiam ou refutam a hipótese de que um meteorito de grandes dimensões terá colidido com a superfície da Terra, há cerca de 65 milhões de anos.

6.4.2.1. **Apresenta** à turma, de forma fundamentada, as ideias principais que resultaram da discussão tida no teu grupo de trabalho.

## documento 5

Durante os seus estudos, Alvarez encontrou na garganta de Bottaccione, perto da cidade de Gubbio, em Itália, uma camada de argila, com apenas alguns centímetros de espessura, intercalada por depósitos de calcário com diferentes idades (Cretácico/Paleogénico). Este investigador constatou que o calcário imediatamente por baixo da camada de argila apresentava grande quantidade de fósseis, ao contrário da que se localizava por cima, onde os fósseis eram praticamente inexistentes. Especialistas em química nuclear, estudaram várias amostras de argila e verificaram que esta apresentava 30 vezes mais irídio que os sedimentos que se encontravam imediatamente por baixo.

O irídio é um metal muito raro na crosta terrestre e a sua concentração é 1000 vezes inferior à dos meteoritos.



Luis e Walter Alvarez  
(da esquerda  
para a direita)



#### IV - O Homem e a evolução do Planeta TERRA...

*De que modo a interpretação da história da Terra nos pode ajudar a prever a sua evolução?*

Ao analisar a evolução do planeta Terra, verifica-se que houve diversas extinções em massa. Estes acontecimentos naturais podem ter sido induzidos por mudanças ambientais como glaciações ou períodos muito quentes, entre outros factores. A extinção em massa ocorrida entre o Ordovícico e o Silúrico pode ter sido causada por um período muito frio.

1. **Indica** de que forma um período em que o clima é muito mais frio influencia a sobrevivência das espécies.
2. A extinção em massa ocorrida entre o Ordovícico e o Silúrico teve alguma influência humana? **Justifica** a tua resposta.
3. De que forma, actualmente, se podem relacionar as extinções de espécies com a acção do Homem?

4. Conhecês a expressão "aquecimento global"? Onde colocavas esse fenómeno na Figura 5 (esquema do Tempo Geológico)? **Justifica** a tua resposta.
5. De que forma os acontecimentos do passado da Terra podem ajudar a compreender a evolução do planeta?

#### V - O tempo da consciência na evolução...

*O Homem saberá habitar sabiamente o planeta Terra?*

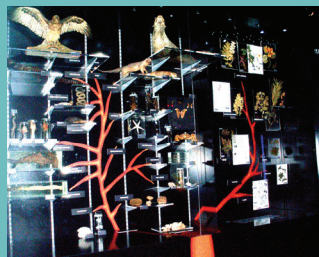
Actualmente vivemos num tempo em que começamos a preocupar-nos com os efeitos das acções nefastas que o Homem tem exercido sobre os seres vivos e sobre o planeta Terra. Torna-se crucial interiorizar a urgência em perspetivarmos o futuro do nosso planeta em termos da relação do Homem com o Ambiente, de forma a garantir a perpetuação do inestimável legado – a Terra.

1. **Lê**, com atenção, o Documento 6.
  - 1.1. Por que é importante a biodiversidade do planeta Terra?
  - 1.2. **Indica** três acções levadas a cabo pelo Homem que podem comprometer a sobrevivência dos seres vivos e a preservação do planeta Terra.
  - 1.3. **Discute**, com os teus colegas de grupo, medidas que cada cidadão deve implementar para contribuir para a sobrevivência dos seres vivos e para a preservação do planeta Terra.

## documento 6

*Pertencemos todos a uma geração que a força misteriosa do tempo conduziu a uma encruzilhada absolutamente inédita. Somos a primeira geração em toda a história da humanidade com verdadeiros poderes de vida ou de morte sobre a frágil árvore que Darwin esboçou num momento de iluminação. Não nascemos sozinhos como espécie. Ainda menos poderemos sobreviver sozinhos. Se não soubermos preservar essa árvore da vida, um dia só restará a humanidade e o deserto. E no dia seguinte, só sobrar o deserto.*

V. S. Marques, Exposição sobre A Aventura da Terra – Um Planeta em Evolução (MNHNL, 2010)



1.4. **Procede** a uma avaliação crítica das medidas que implementas no teu dia-a-dia no sentido de promover a sobrevivência dos seres vivos e a preservação do planeta Terra.

1.5. **Discute**, com os teus colegas de grupo, as questões que a seguir se colocam.

O Homem saberá habitar  
sabiamente o planeta Terra?

Que precisa de fazer para o conseguir?

Estás disposto a dar o teu  
contributo? De que forma?

1.6. **Apresenta** à turma as ideias principais que resultaram da discussão tida no teu grupo de trabalho relativamente às questões anteriormente colocadas.

tempo para avaliar  
as aprendizagens...

Elabora um documento escrito (máximo 2 páginas) em que contes uma história do planeta Terra e fornece o ao teu professor. No texto que elaborares deves contemplar pelo menos sete acontecimentos que marcaram a história da Terra e integrá-los na escala de tempo geológico, bem como referir o contributo, no mínimo, de um dos investigadores que ajudou a contar essa história e da importância do conhecimento que hoje tens sobre a evolução do planeta Terra para a tua contribuição, como cidadão, para a sua preservação. Ao elaborares o documento estarás a desenvolver a tua capacidade de síntese, organização e comunicação... e o professor(a), face às ideias que nele explicitares, poderá ajudar-te a superar algumas dificuldades...

# indicadores de realização do projeto

## principais publicações

- MARQUES, L., MONTEIRO, G., MORGADO, M., REBELO, D., BONITO, J., MEDINA, J., & MARTINS, L. (2011). Deep time: from the complexity of the concept, to the implementation and assessment of curriculum materials, towards the development of citizenship. *In VII International conference. Geology at School and University: Geology and Civilization*, Tom III, Scientific Papers. (pp. 28-32). S. Petersburg (Russia): University of S. Petersburg. [ISBN: 978-5-8064-1671-2]
- BONITO, J., REBELO, D., MORGADO, M., MONTEIRO, G., MEDINA, J., MARQUES, L., MARTINS, L., & LOURO, M. (2011). O tempo geológico e a aprendizagem da geologia: da complexidade da temática às concepções de alunos portugueses do 7.º ano do ensino básico (12-13 anos). *Terrae didactica*, 7(1), 63-76. [ISSN 1980-4407 versão papel e on-line]
- BONITO, J., MEDINA, J., MORGADO, M., REBELO, D., MONTEIRO, G., MARTINS, L., & MARQUES, L. (2011). La naturaleza del tiempo y su complejidad: el caso del tiempo geológico – implicaciones educativas. *DYNA*. [ISSN: 0012-7353] (em publicação)
- MORGADO, M., REBELO, D., MONTEIRO, G., BONITO, J., MEDINA, J., MARQUES, L., & MARTINS, L. (2010). O tempo geológico e a aprendizagem da geologia: concepções de alunos do 7.º ano do ensino básico (12-13 anos). In L. Alcalá e L. Mampel (Coords.), *XVI simposio sobre enseñanza de la geología “Fundamental”*, (pp. 197-204). Teruel: Fundación Conjunto Paleontológico de Teruel – Dinópolis. [ISBN-13: 978-84-938173-0-5]
- REBELO, D., MORGADO, M., MARQUES, L., MONTEIRO, G., LOURO, M., MARTINS, L., BONITO, J., & MEDINA, J. (2009). Da complexidade do conceito de tempo geológico às dificuldades de alunos do 3.º ciclo do ensino básico. In F. Paixão e F. R. Jorge (coords.), *Actas do XIII encontro nacional de educação em ciências*. (pp. 1014-1022). Castelo Branco: Escola Superior de Educação do Instituto Politécnico de Castelo Branco. [ISBN 978-989-95831-2-2]

# A Complexidade do Tempo Geológico e a Aprendizagem em Geologia de Alunos Portugueses (12-13 anos)

Jorge Bonito, Dorinda Rebelo, Margarida Morgado, Graça Monteiro, Jorge Medina, Luís Marques, Luísa Martins, Mário Louro

Centro de Investigação Didáctica e Tecnologia na Formação de Formadores da Universidade de Aveiro. Campus Universitário de Santiago. PT-3810-193 Aveiro (Portugal). [luis@ua.pt](mailto:luis@ua.pt)

**ABSTRACT** *THE COMPLEXITY OF GEOLOGICAL TIME AND LEARNING BY K-12/13 PORTUGUESE STUDENTS OF GEOLOGY.* This paper is a contribution towards an in-depth reflection about the philosophical and scientific dimensions of the complex concept of time, recognizing the need of a deeper research on teaching and learning of this topic. Therefore, data related to the perceptions of Portuguese students, 12/13 years of age, are presented; these perceptions are mainly concerned with the characteristics which supposed lay control the understanding of the concept of time. The relevance given by the students to the concept referred above in the context of geological contents learning is also under analysis. The study is being developed within the research Project Deep time in schooling: contributions of students' perceptions for the development of scientifically literate citizens in the Research Centre for Didactics and Technology in Teacher Education, with the participation of researchers from the Universities of Aveiro and Évora and secondary school science teachers. Citation: Bonito J., Rebelo D., Morgado M. da, Monteiro G., J. Medina, Marques L., Martins L., Louro M. 2011. A Complexidade do Tempo Geológico e a Aprendizagem em Geologia de Alunos Portugueses (12-13 anos). *Terræ Didactica*, 7(1):63-76 <<http://www.ige.unicamp.br/terraedidactica/>>

**KEYWORDS** *Deep time, complexity, students' perceptions, basic education*

**RESUMO** *Este artigo pretende contribuir para a reflexão sobre o complexo conceito de tempo, nas suas vertentes filosófica e científica, reconhecendo-se a consequente necessidade de proceder ao aprofundamento da investigação no âmbito do ensino e da aprendizagem desta temática. Os resultados encontrados sobre concepções de alunos do 3.º Ciclo do Ensino Básico<sup>1</sup> permitem perceber a importante valorização que atribuem ao conceito de Tempo Geológico na aprendizagem da Geologia, apesar de não existir acerca dele uma perspectiva adequada. Entre outros resultados, as dificuldades sentidas recaem no facto deste conceito ser complexo, o que dificulta a compreensão de fenómenos geológicos e da história da Terra, sendo, por isso, considerado pelo alunos dispensável na aprendizagem da Geologia. O trabalho insere-se no Projecto Deep time in schooling: contributions of students' perceptions for the development of scientifically literate citizens, que se desenvolve no Centro de Investigação Didáctica e Tecnologia na Formação de Formadores, da Universidade de Aveiro (Portugal), envolvendo investigadores em Geologia e em Didáctica das Ciências das universidades portuguesas de Aveiro e de Évora e professores de Biologia e Geologia de várias escolas públicas dos Ensinos Básico e Secundário*

**PALAVRAS-CHAVE** *Tempo Geológico; complexidade; concepções de alunos; ensino básico*

## 1. Acerca do projecto e do artigo

O projecto de investigação que enforma este artigo tem como objectivos: a) identificar factores sociais e cognitivos que influenciam as concepções sobre Tempo Geológico; b) analisar o modo como o ambiente físico de uma pessoa afecta as suas concepções e a sua conceptualização em relação

ao conceito de Tempo Geológico; c) desenvolver um quadro teórico que permita compreender as concepções sobre Tempo Geológico; d) apresentar sugestões para desenvolvimento de estratégias e de materiais curriculares capazes de influenciar as concepções dos alunos sobre a história da Terra; e) fornecer condições que permitam reconhecer que

<sup>1</sup> Ciclo do Ensino Básico Português compreende três níveis de escolaridade, correspondentes a alunos com idades entre os 12 e os 15 anos. No caso concreto desta investigação, o estudo empírico realizado integra alunos com 12-13 anos de idade.





há tópicos das Ciências da Terra que assumem um papel relevante no desenvolvimento de cidadãos cientificamente literados.

O artigo remete para uma reflexão sobre a natureza do conceito de tempo, detalhando as suas vertentes filosófica e científica, e reconhecendo-se a consequente necessidade de proceder ao aprofundamento da investigação no âmbito do ensino e da aprendizagem desta temática. Apresenta-se um estudo empírico realizado com alunos do 3.º Ciclo do Ensino Básico de escolas públicas portuguesas, que diagnostica as respectivas concepções acerca da temática em apreciação. Por fim, faz-se referência aos indicadores obtidos e às implicações dos mesmos ao nível da formação contínua dos professores responsáveis pela leccionação de temas de Geociências, traduzindo-se na conceptualização, na organização e no acompanhamento do processo de ensino da temática curricular - Tempo Geológico.

## 2. A complexidade e subjectividade do conceito de tempo e sua relevância curricular

A noção de tempo é uma função da consciência (Freud 1974), familiar para cada um de nós; a experiência comum parece suficiente para jamais duvidarmos da sua existência. Por um lado, para o senso comum é difícil haver noção tão óbvia como a de tempo, já que o podemos quantificar ou nele efectuar previsões do quotidiano e separá-lo cronologicamente em ontem, hoje e amanhã (tempo objectivo). Segundo Loewald (citado em Pereira 1998), mesmo estas noções são estáticos conceitos lineares – “são aspectos do sentido do tempo que formam cada um e são constantemente influenciados por forças intrapsíquicas” (p. 83). Podemos questionar se a quantificação do tempo não corresponde à sua própria dissimulação, por detrás de uma mobilidade absolutamente regular. O sentido do tempo está associado à consciência das percepções internas da passagem efémera das nossas vidas, e com o desenvolvimento da consciência projectamos estas percepções internas para o exterior, chamando a isso tempo.

Parece-nos que será difícil enfrentar maior complexidade do que a que encontramos quando nos afoitamos a clarificar a natureza do tempo. Já no século IV, Santo Agostinho dedica o Livro Onze das *Confissões* ao “Homem e o Tempo”, sobressaindo a célebre análise filosófica sobre a essência do

tempo, questão ainda hoje obscura e controversa. Santo Agostinho estudou o tempo sob o aspecto psicológico. É conhecida a sua posição referindo: “o que é, por conseguinte, o tempo? Se ninguém mo perguntar, eu sei; se o quiser explicar a quem me fizer a pergunta, já não sei” (Livro XI, 14). Freud (1974) defendeu que o sentido do tempo não é uma capacidade inata, mas antes se desenvolve de comum acordo com a consciência, aquilo que Prigogine (1990) designou por “seta psicológica do tempo”.

A natureza do tempo, isto é, o seu estatuto ontológico, a sua relação com o espaço e a sua cognoscibilidade é, sem dúvida, um dos núcleos centrais do pensamento filosófico sendo, porventura, lícito assinalar que toda a ontologia clássica se traduziu numa filosofia do tempo. Também o discurso científico manifesta preocupações com a reflexão sobre o tempo, servindo este de ligação entre os pensamentos filosófico e científico, tendo os principais analistas estado preocupados e interessados no sentido subjectivo do tempo.

A reflexão sobre esta temática é já encontrada nos filósofos pré-socráticos, os quais articulavam a pergunta sobre a totalidade da existência com o tempo que é, afinal, o elemento que impõe a ordem e que nos transporta às origens. Na filosofia de Platão, o tempo – *a imagem móvel da eternidade imóvel* (Klein 2007) – desenvolve-se em ciclo, tendo subjacente a periodicidade das marés, os solstícios ou as estações do ano. Em Aristóteles, a eternidade platónica é expressa com o suceder do tempo – *o número do movimento de acordo com o antes e o depois* (Klein 2007).

Com a revolução científica emerge uma concepção de tempo substancialmente distinta (Covey & Highfield 1992), defendendo-o Galileu Galilei numa perspectiva abstracta, vista como um parâmetro que vale para todo o tipo de movimento e não só para o uniforme como pensava Aristóteles. É desta forma que tempo, espaço e matéria passam a ser os três grandes conceitos da física moderna clássica – o mecanicismo. A análise do tempo passa a ser centrada num contexto físico e visto como uma realidade transcendente ou como uma relação.

Para Newton, o tempo perde esta transcendência, fluindo sem relação com nada exterior. Tempo e espaço não são mais meras categorias dos corpos, mas são independentes deles e movem-se no respectivo contexto. O carácter absoluto do tempo em Newton é dominante na filosofia moderna, inclu-



sive de Kant que, contudo, introduz nova inflexão no modo de considerar a situação – a completa independência do tempo em relação às coisas que nele ocorrem. Aristóteles e Newton acreditavam no tempo absoluto. Consideravam que poderia ser medido sem incerteza o intervalo de tempo entre dois acontecimentos, e que o tempo era completamente separado e independente do espaço.

Com Einstein, o tempo passa a ser visto como estando afectado pela matéria e energia, podendo ser como que manipulado, abandonando-se a ideia de tempo absoluto. Na feliz expressão de Klein (2007) “... o tempo físico perdeu um pouco da sua suposta pureza e muito da sua independência: reencontrou-se inseparavelmente ligado ao espaço, associado à energia, ancorado na matéria (p. 9), formando um objecto designado espaço-tempo. Sabemos que em campos gravitacionais fortes e para observadores em movimento, o fluxo do tempo é condicionado pela massa e pela energia nela contida e daí a posição einsteiniana: *every reference-body has its own particular time; unless we are told the reference-body to which the statement of time refers, there is no meaning in a statement of the time of an event*” (Einstein, 1905, citado Yousef 2008, p. 22). Segundo Hawking (1988), “um acontecimento passa a ser qualquer coisa, que ocorre num determinado ponto do espaço e num determinado momento” (p. 52), especificado por quatro coordenadas (três coordenadas do espaço e uma do tempo) – espaço quadridimensional.

Reconhecendo embora todo o esforço de aprofundamento efectuado, no âmbito da filosofia, e da ciência, continuam por responder questões centrais como, por exemplo: O que é, de facto, o tempo presente, uma vez que o passado já não existe e o futuro ainda não veio? Parece que só o presente existe, contudo, o presente o que é senão esse contínuo trânsito do futuro para o passado, do ainda não para o já não? Qual a relação entre o tempo e o universo? Terá o tempo começado com o *Big Bang*? E em que consiste afinal o tempo que flui, o qual se não altera, mas que faz com que tudo se altere? Qual a verdadeira relação do tempo com as coisas? Qual a razão por que o tempo possui um sentido? Que convergências existem entre o tempo físico e o tempo vivido? Existe um tempo, ou vários tempos ao mesmo tempo? Como nos diz Pereira (1988), a junção da relatividade geral à mecânica quântica para a compreensão do universo pode sugerir que o “chamado tempo imaginário é realmente o tempo verdadeiro e aquilo a que chamamos tempo real é

produto da nossa imaginação” (p. 101).

Independentemente da oportunidade das interrogações, o ser humano tem vindo a procurar conviver com o tempo através das percepções sobre ele desenvolvidas – tempo subjectivo, determinado por forças dinâmicas de psiquismo, sendo pessoal e experiencial – estabelecendo, no interior do próprio tempo, múltiplas variedades (tempo para pensar, tempo para intervir, tempo para partilhar, tempo para ser, ...). Carrière (1999) considera que “é bem possível que a nossa época seja o tempo em que os tempos que inventámos estejam a desaparecer, sem que saibamos decidir se é bom ou mau que assim aconteça” (p. 145). Curiosamente, a expressão anglo-saxónica *deep time* está centrada no entendimento de que o Universo existe desde há muito, enquanto o aparecimento da humanidade se confina aos últimos segundos do metafórico relógio geológico, tendo esta situação implicações ao nível da Cosmologia, da Biologia e, obviamente, das Ciências da Terra. Isto não deixa de contribuir, também, para o nível de uma cultura de intervenção do aluno, tendente ao desenvolvimento de uma cidadania mais consciente. Por exemplo, os actuais debates sobre problemas ambientais têm cada vez mais presente a perspectiva temporal em relação à ocorrência de acontecimentos como, por exemplo, o aquecimento global e a alteração do nível do mar (Trend 2005). Assim, intervir para o “bem-estar” do planeta Terra passa pela compreensão da escala temporal em que os fenómenos que o afectam ocorrem e da necessidade de se actuar em tempo útil se queremos preservá-lo. No entanto, a abordagem curricular do conceito de tempo assume, também, um papel relevante no desenvolvimento de uma cidadania mais exigente.

A complexidade da temática do tempo estende-se à Educação em Ciência, particularmente à Educação em Geologia, o que torna compreensível o número de estudos (Bonito *et al.* 2010; Escribano Ródenas 2008; Dodick & Orion 2003; Marques & Thompson 1997) que neste domínio têm vindo a ser efectuados. Eles indicam que a abordagem do tempo é tarefa cognitivamente aliciante, porque complexa e exigindo uma atitude de pesquisa sistemática, reconhecendo-se a difícil apropriação, por parte dos alunos, do conceito de Tempo Geológico. Ao nível da Educação em Geologia, a abordagem do conceito de tempo e o reconhecimento da sua imensidão é fundamental para enriquecer um pensamento que permita compreender o impacto





que têm os imperceptíveis e lentos processos, ao nível de mudanças profundas como, por exemplo, sucede no âmbito da geomorfologia.

### 3. Procedimentos metodológicos - elaboração e administração de um questionário

Tratando-se de um estudo exploratório, que procurava compreender as concepções de alunos do 7.º ano de escolaridade (12-13 anos) sobre o conceito de tempo, considerámos que o questionário

e Norte de país, pertencentes a 15 concelhos. De modo a efectuar a análise dos resultados obtidos, foram criadas as categorias de conteúdo que se encontram indicadas na Tabela I. A construção destas categorias teve em conta: os conceitos de idade relativa e absoluta; a proximidade temporal (escala de tempo convencional e escala de Tempo Geológico), a proximidade temporal em relação a diferentes acontecimentos, bem como o grau de abstracção associado à compreensão destes e a importância atribuída ao conceito de tempo na aprendizagem da Geologia.

**Tabela I.** Objectivos e categorias de conteúdo onde se integram as perguntas do questionário.

OBJECTIVOS	CATEGORIAS DE CONTEÚDO	PERGUNTAS DO QUESTIONÁRIO (PARTE II)
1. Diagnosticar as concepções dos alunos acerca do conceito de tempo	O conceito de tempo	1; 1.1; 2.1; 2.2
	A idade relativa	3; 4.1; 5; 6.1; 6.2
	A idade absoluta	4.2; 4.2.1; 7; 7.1
	Os critérios usados na criação da escala de Tempo Geológico	9
2. Identificar os factores que condicionam a compreensão do conceito de Tempo Geológico	2.1 Proximidade temporal	11.3; 11.5
	2.2 O grau de abstracção	11.1; 11.2; 11.8; 11.10
3. Diagnosticar a importância que os alunos atribuem ao “tempo” na aprendizagem da Geologia	3.1. A relevância do conceito de Tempo Geológico	8; 10; 11.4; 11.6; 11.7; 11.9

nário era um instrumento adequado para a recolha de informação. A partir da pesquisa bibliográfica efectuada (Trend 2005; Dodick & Orion 2003) e da própria reflexão dos investigadores, estabelecemos um enquadramento que conduziu às seguintes fases: a) conceptualização e definição de objectivos, apresentados na Tabela I; b) elaboração de questões abertas, fechadas e de estimação; c) validação do questionário, junto de um painel de juízes; e d) implementação do questionário num estudo piloto.

O estudo principal foi desenvolvido com recurso a uma amostra constituída por 432 alunos, distribuídos por 21 escolas do ensino público português com 3.º Ciclo do Ensino Básico, da zona Centro

Neste artigo daremos conta dos resultados obtidos em relação aos objectivos 2 e 3.

## 4. Apresentação e análise dos resultados

Esta secção apresenta os resultados obtidos em relação aos factores que condicionam a compreensão do conceito de Tempo Geológico e à importância que os alunos atribuem ao “tempo” na aprendizagem da Geologia.

### 4.1 Factores que condicionam a compreensão do conceito de tempo

Para se obterem dados que permitam explicitar





as concepções dos alunos acerca dos factores que condicionam a compreensão do conceito de Tempo Geológico (Objectivo 2) criaram-se duas categorias de conteúdo, a saber: proximidade temporal (itens 11.3; 11.5) e grau de abstracção (itens 11.1; 11.2; 11.8; 11.10). A Tabela II apresenta dados que permitem explicitar as concepções de alunos nestas categorias.

**Tabela II.** Distribuição da percentagem de alunos que manifestam concordância absoluta ou parcial em diferentes itens da Questão 11.

Proposições O Tempo Geológico...	Resultados de concordância (acordo parcial e acordo absoluto)
11.1. ...é um conceito demasiado complexo.	62,0%
11.2. ...exige números demasiado grandes.	60,1%
11.3. ...relata acontecimentos cronologicamente muito distantes de mim.	72,7%
11.5. ...relata fenómenos não presenciados pelo Homem.	65,0%
11.8. ...exige muita memorização, associando fenómenos geológicos a uma determinada idade.	66,3%
11.10. ...é apresentado em esquemas muito complexos.	69,2%

Uma percentagem variável entre 4-7% dos inquiridos não respondeu aos itens desta questão. Cerca de 73% dos alunos considera que o Tempo Geológico relata acontecimentos cronologicamente muito distantes deles (item 11.3) e 65% que o Tempo Geológico relata fenómenos não presenciados pelo ser humano (item 11.5). Assim, os dados obtidos indiciam que, para a maioria dos inquiridos, a proximidade temporal em relação a acontecimentos/fenómenos geológicos é um factor que condiciona a compreensão do conceito de Tempo Geológico.

Por outro lado, dos alunos que responderam ao questionário, a maior parte considera que o conceito de Tempo Geológico é demasiado complexo (62,0%), exige a utilização de números muito grandes (60,1%), obriga a muita memorização (66,3%) e associa o Tempo Geológico a esquemas muito complexos (69,2%). Os dados parecem, assim, indicar que a maior parte dos alunos considera o “Tempo Geológico” um conceito abstracto, o que condiciona a sua compreensão.

Os resultados obtidos sugerem que os factores que determinam a compreensão do conceito de Tempo Geológico são a proximidade temporal e a abstracção do conceito, ou seja, quanto mais afastado, do ponto de vista temporal, estiver um acontecimento/fenómeno geológico mais difícil é a sua compreensão. Por outro lado, quanto mais abstracto for esse mesmo acontecimento/fenómeno

mais difícil é para o aluno a sua interpretação. Além do mais, o facto de no dia-a-dia só se usarem cifras de tempo ditas humanas, ainda dificulta mais uma posição de distanciamento crítico, essencial para a compreensão de um conceito abstracto como o de Tempo Geológico. Contudo, ressaltamos o facto de os esquemas apresentados aos alunos, muitas das vezes apoiados nos manuais escolares, serem consi-

derados complexos, o que nos lança uma orientação para a preparação de materiais escolares.

## 4.2. Importância que os alunos atribuem ao “tempo” na aprendizagem da Geologia

De modo a se obterem dados que permitam explicitar as concepções dos alunos acerca da importância que atribuem ao “tempo” na aprendizagem da Geologia (Objectivo 3), foi criada a categoria de conteúdo “relevância do conceito de Tempo Geológico”. Esta categoria abrange uma questão relacionada com a escala de tempo e alguns acontecimentos geológicos (Questão 8), uma pergunta sobre a importância do Tempo Geológico para a compreensão de fenómenos e mecanismos geológicos (Questão 10) e, por último, uma questão para diagnosticar as concepções dos alunos acerca das dificuldades na aprendizagem do conceito de Tempo Geológico (Questão 11, itens 11.4; 11.6; 11.7; 11.9).

### 4.2.1. A “escala de tempo” e os “acontecimentos geológicos”

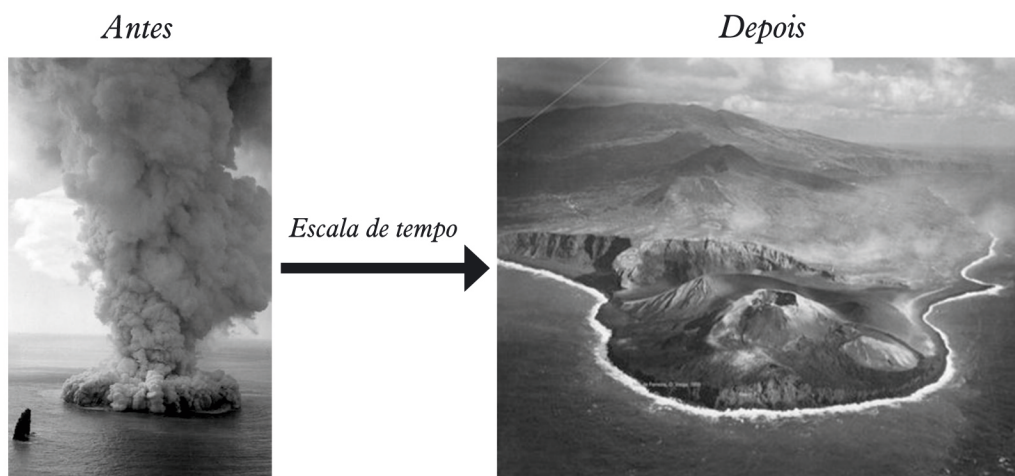
Para que se pudessem obter dados que permitissem explicitar as concepções dos estudantes acerca do tempo que demoram determinados fenómenos geológicos, foi colocada uma questão de estimativa (Questão 8) que pedia para estabele-



cerem a associação entre uma escala de tempo com acontecimentos de natureza geológica:

- Escala de tempo: I – De um dia até um mês; II – De um mês a um ano; III – De um ano a dez anos; IV – De dez anos a mil anos; V – De mil anos a um milhão de anos; VI – Mais de um milhão de anos;
- Acontecimentos geológicos: A – Formação de uma ilha vulcânica; B – Erosão de uma montanha; C – Actividade sísmica.

A Figura 1 apresenta as imagens associadas à formação de uma ilha vulcânica relativamente às quais os alunos deveriam estabelecer uma correspondência com uma das indicações da escala de tempo anteriormente descrita.



**Figura 1.** Formação de uma ilha vulcânica (Questão 8, acontecimento A). Fonte: questionário dos autores.

As Tabelas III e IV apresentam as frequências absolutas e relativas (em percentagem) das respostas dos inquiridos relativamente ao tempo que foi necessário para que o vulcanismo tivesse ocorrido (acontecimento A).

Esta pergunta reuniu cerca de 20% não respondidas. A partir da análise das Tabelas III e IV pode verificar-se que apenas 34% estabelece a correspondência esperada entre a escala do tempo e o

**Tabela III.** Frequências absolutas e percentagem de resposta dos alunos relativamente ao estabelecimento da correspondência entre a escala do tempo e o acontecimento geológico A (vulcanismo).

Tipo de resposta	n	%
Diferente da versão científica	229	65,8
De acordo com a versão científica	119	34,2

**Tabela IV.** Frequências absolutas e percentagem de resposta dos alunos relativamente à escala de tempo seleccionada para a ocorrência do acontecimento geológico A (vulcanismo).

Escala de tempo	n	%
I – De um dia até um mês	25	7,1
II – De um mês a um ano	44	12,5
III – De um ano a dez anos	54	15,3
IV – De dez anos a mil anos	77	21,9
V – De mil anos a um milhão de anos	97	27,6
VI – Mais de um milhão de anos	55	15,6

fenómeno de vulcanismo representado. A análise dos resultados obtidos evidencia que é mais elevada a percentagem dos alunos que consideram que o acontecimento A ocorreu durante um longo período de tempo, isto é, com uma duração superior

a 10 anos (aproximadamente 65%), do que a percentagem dos que entendem que o referido acontecimento geológico é rápido no tempo, durando menos de 10 anos (35%).

A Figura 2 apresenta as imagens associadas à erosão de uma montanha, relativamente às quais os alunos teriam que estabelecer uma correspondência com uma das alternativas da escala de tempo anteriormente descrita.

As Tabelas V e VI apresentam a frequência de resposta dos inquiridos relativamente ao tempo que foi necessário para que tivesse ocorrido a erosão de uma montanha (acontecimento B).

Seguindo a tendência anterior, 20,4% dos inquiridos não respondeu a esta pergunta. A análise dos dados permite constatar que 64,5% estabelece a correspondência esperada entre a escala do tempo





Figura 2. Erosão de uma montanha (Questão 8, acontecimento B). Fonte: questionário dos autores.

Tabela V. Percentagem de resposta dos alunos relativamente ao estabelecimento da correspondência entre a escala do tempo e o acontecimento geológico B (erosão de uma montanha).

Tipo de resposta	n	%
De acordo com a versão científica	222	64,5
Diferente da versão científica	122	35,5

Tabela VI. Frequências absolutas e relativas (em percentagem) de resposta dos alunos relativamente à escala do tempo seleccionada para a ocorrência do acontecimento geológico B (erosão de uma montanha).

Escala de tempo	n	%
I – De um dia até um mês	8	2,3
II – De um mês a um ano	22	6,2
III – De um ano a dez anos	33	9,3
IV – De dez anos a mil anos	69	19,4
V – De mil anos a um milhão de anos	125	35,2
VI – Mais de um milhão de anos	98	27,6

e a erosão de uma montanha. É maior o grupo de alunos que considera que a erosão de uma montanha ocorreu durante um período longo de tempo (duração superior a mil anos), com cerca de 63% de escolhas, que aquele que opina que o referido acontecimento geológico é rápido no tempo (duração inferior a mil anos) (37%).

A Figura 3 apresenta as imagens associadas à actividade sísmica, relativamente às quais os alunos teriam que estabelecer correspondência com uma das alternativas da escala de tempo anteriormente considerada.

As Tabelas VII e VIII apresentam a frequência de resposta dos inquiridos relativamente ao tempo que foi necessário para que um sismo ocorresse (acontecimento C).

Cerca de 17,6% dos inquiridos não respondeu a esta questão. A leitura da Tabela VIII permite verificar que 54,4% estabelece a correspondência esperada entre a escala do tempo e a actividade sísmica. A percentagem dos alunos que considera que a actividade sísmica (acontecimento C) ocorreu durante um período curto de tempo (duração



Figura 3. Actividade sísmica (Questão 8, acontecimento C). Fonte: questionário dos autores.



**Tabela VII.** Frequências absolutas e percentagens de resposta dos alunos relativamente à correspondência entre a escala do tempo e o acontecimento geológico C (sismo).

Tipo de resposta	n	%
De acordo com a versão científica	235	66%
Diferente da versão científica	121	34%

**Tabela VIII.** Frequências de resposta dos alunos relativamente à escala do tempo seleccionada para a ocorrência do acontecimento geológico C (sismo).

Escala de tempo	n	%
I – De um dia até um mês	235	66%
II – De um mês a um ano	36	10,1%
III – De um ano a dez anos	31	8,7%
IV – De dez anos a mil anos	33	9,3%
V – De mil anos a um milhão de anos	12	3,4%
VI – Mais de um milhão de anos	9	2,5%

inferior a um mês) é superior àquela dos alunos que consideram que o referido acontecimento geológico é demorado no tempo (duração superior a um mês) (34%).

A interpretação destes dados permite aproximar-nos das concepções dos alunos acerca do tempo que consideram que envolvem determinados acontecimentos geológicos (vulcanismo, erosão de uma montanha e actividade sísmica) e extrair as seguintes evidências:

- a) Existe um reconhecimento explícito da maioria dos alunos, acerca do facto de considerarem que os sismos são acontecimentos geológicos que ocorrem num curto período de tempo (66%) e que a erosão de uma montanha é um acontecimento que demora mais tempo. Possivelmente, a ocorrência de um sismo, devido à sua notoriedade em termos de comunicação social torna mais fácil de o classificar como um fenómeno geológico rápido. Ou seja, há como que ajudas sociais que permitem os alunos classificar, na sua maioria, este acontecimento de forma correcta. A questão da erosão da montanha é explicada aos mais pequenos como um fenómeno muito lento provocado pelas águas das chuvas. Assim, estes dois acontecimentos geológicos são compreendidos pela maioria dos alunos, no que respeita à sua percepção temporal.

Contudo, não se pode descurar os alunos que não responderam correctamente. Teremos em conta estas considerações na elaboração dos materiais didácticos;

- b) Os alunos revelam mais dificuldades na associação correcta do tempo que demoram acontecimentos geológicos lentos (64,5% de respostas de acordo com a versão científica) do que na associação correcta que demoram acontecimentos geológicos rápidos (66%). Este facto patente na nossa análise de resultados pode estar relacionado com o facto de ser muito difícil e complexo, para alunos cujo pensamento formal ainda se está a desenvolver, de se libertarem de conceitos práticos para passarem a conceitos abstractos;
- c) Quanto ao vulcanismo, os alunos revelam dificuldades em estabelecer a associação esperada (34%), uma vez que consideraram que o referido fenómeno ocorreu durante um intervalo longo de tempo (duração superior a 10 anos) (65%). Perante estes resultados podemos questionar se a maioria dos alunos não considerou todo o processo de formação de um vulcão. Se tal, então esta resposta levanta-nos a pertinência de uma reestruturação da questão em si. Se os alunos não consideraram o processo de formação do vulcão e consideraram que os fenómenos eruptivos são muito morosos, então este é um ponto a tomar em consideração na elaboração dos materiais didácticos;
- d) A ausência de resposta, entre 17-20%, conduz-nos a pensar que esta pergunta oferece dificuldades de alguma natureza, necessitando de ser reformulada para integrar o questionário final.

#### 4.2.2. Importância do Tempo Geológico para a compreensão de fenómenos e mecanismos geológicos

De modo a se poder conhecer a opinião dos alunos relativamente à pertinência que atribuem ao Tempo Geológico para a compreensão de fenómenos e mecanismos geológicos, formulou-se a Questão 10, onde foi o grau de concordância relativamente a um conjunto de afirmações. Os dados obtidos permitiram construir a Tabela IX.

Esta questão não foi respondida por 4-6% dos inquiridos. A leitura da Tabela permite identificar que mais de 40% dos alunos manifesta um desacor-





**Tabela IX.** Distribuição das percentagens de alunos que manifestam concordância absoluta ou parcial nos diferentes itens da Questão 10.

Proposições O Tempo Geológico...	Resultado de concordância (acordo parcial e acordo absoluto)
10.1. ... permite compreender a tectónica de placas.	63,9%
10.2. ... permite contabilizar a precipitação de uma determinada região.	53,9%
10.3. ... permite compreender o desaparecimento dos dinossauros.	73,1%
10.4. ... não permite compreender a evolução da vida na Terra.	41,6%
10.5. ... permite explicar a formação de montanhas.	67,5%
10.6. ... permite medir a variação da temperatura diária de uma determinada região.	55,6%
10.7. ... permite prever a erupção de um vulcão.	59,7%
10.8. ... permite explicar a formação do oceano Atlântico.	64,8%
10.9. ... não permite explicar a diferença da biodiversidade existente na Austrália, relativamente aos outros continentes.	43,6%
10.10. ... não permite prever a ocorrência de um sismo.	56,6%

do parcial ou absoluto relativamente ao facto de o Tempo Geológico não permitir a compreensão da evolução da vida na Terra (item 10.4), nem explicar a biodiversidade existente na Austrália, relativamente a outros continentes (10.9). Por outro lado, mais de 50% manifesta acordo parcial ou absoluto ao reconhecer o contributo que o conceito de Tempo Geológico pode dar para a compreensão de diversos fenómenos e mecanismos geológicos (itens 10.1, 10.3, 10.5, 10.7 e 10.8). Uma percentagem semelhante de respostas leva a perceber que o conceito de Tempo Geológico não permite prever a ocorrência de um sismo (item 10.10), mas pode dar um contributo importante para a contabilização da precipitação (item 10.2) e da variação de temperatura de uma determinada região (item 10.6).

A análise e interpretação dos dados obtidos na Questão 10 permite caracterizar algumas concepções dos alunos relativamente à importância que atribuem ao Tempo Geológico para a compreensão de fenómenos e de mecanismos geológicos e extrair as seguintes evidências:

a) O Tempo Geológico é importante para compreender fenómenos e mecanismos geológicos diversificados (tectónica de placas, desaparecimento dos dinossauros, formação de montanhas, entre outros). Desta forma, podemos considerar que os alunos associam fenómenos geológicos com morosidade

geológica, em termos globais;

- b) Os alunos não dominam, por completo, o conceito de Tempo Geológico, uma vez que consideram que este é importante para compreender fenómenos geográficos, como a contabilização da precipitação e a variação de temperatura de uma dada região. Possivelmente, devido ao termo “tempo” que em linguagem corrente designa o clima de uma região, os alunos consideraram esses fenómenos, o que lhes terá suscitado uma confusão conceptual que para eles não esteve explícita na questão;
- c) O Tempo Geológico permite compreender a evolução da vida na Terra e permite explicar a diferença de biodiversidade existente na Austrália, relativamente aos outros continentes. Neste ponto, salientamos a compreensão dos alunos face ao conceito da evolução das espécies, abordada para o género *Homo* na disciplina de História e que notoriamente transferiram para a de Ciências Naturais, em concreto para o questionário.

#### 4.2.3. Dificuldades sentidas na aprendizagem do conceito de Tempo Geológico

De modo a obterem-se dados que permitam diagnosticar as concepções dos alunos relativamen-



te às dificuldades que sentem na aprendizagem do conceito Tempo Geológico formulou-se a Questão 11, onde era solicitado que se assinalasse o grau de concordância relativamente a um conjunto de afirmações (11.4, 11.6, 11.7 e 11.9). Os dados obtidos permitiram construir a Tabela X.

**Tabela X.** Distribuição da percentagem de alunos que manifestam concordância absoluta ou parcial em diferentes itens da Questão 11.

Proposições O Tempo Geológico...	Resultado de concordância (acordo parcial e acordo absoluto)
11.4. ... dificulta a compreensão de fenómenos geológicos (ex. formação e erosão de montanhas, ...).	56,1%
11.6. ... é dispensável na aprendizagem da Geologia.	45,9%
11.7. ... dificulta a compreensão da história da Terra.	54,9%
11.9. ... ajuda a compreender os acontecimentos da pré-história.	74,0%

Uma percentagem variável entre 5-6% dos inquiridos não respondeu a esta questão. Na análise das respostas a esta pergunta foi possível identificar três tipos de posições. Pouco mais de metade dos alunos reconhece que o conceito de Tempo Geológico dificulta a compreensão de fenómenos geológicos e que dificulta a compreensão da história da Terra. Por outro lado, cerca de 46% opina que o Tempo Geológico é dispensável na aprendizagem da Geologia e que ajuda a compreender os acontecimentos da pré-história (74%).

A análise e interpretação dos dados obtidos neste estudo exploratório permitem extrair os seguintes indicadores:

- Os sismos são conhecidos por acontecimentos geológicos que ocorrem num curto período de tempo, demorando mais tempo o vulcanismo e a erosão de uma montanha;
- Há mais dificuldades na associação correcta do tempo que demoram acontecimentos geológicos lentos (ex.: erosão de uma montanha) do que na associação correcta de acontecimentos geológicos rápidos (tremor de terra);
- Reconhece-se a relevância do Tempo Geológico para a compreensão de fenómenos e mecanismos geológicos. Valoriza-se a importância do conceito de Tempo Geológico na compreensão de fenómenos geológicos que ocorreram no passado na Terra (ex.: tectónica de placas, desaparecimento dos dinossauros, formação de montanhas, formação do oceano Atlântico). Porém, metade dos alunos considera que o Tempo Geológico não é importante na previsão

da ocorrência de acontecimentos relacionados com a história da Terra;

- Existem dificuldades na compreensão do conceito de Tempo Geológico. Considera-se que é um conceito complexo, que dificulta a

compreensão de fenómenos geológicos e da história da Terra, sendo, por isso, considerado dispensável na aprendizagem da Geologia. Dado que não existe uma clarificação nos alunos do conceito de Tempo Geológico, este é referido como importante para ajudar a compreender os acontecimentos da pré-história (74%).

- Os indicadores obtidos permitem reconhecer que os alunos atribuem importância ao conceito de Tempo Geológico na aprendizagem da Geologia, apesar de não existir uma clarificação correcta do próprio conceito, o que leva a que o associem a fenómenos que não estão relacionados com acontecimentos geológicos.

Em função do exposto, considera-se que se torna necessário ajudar os alunos a clarificar o conceito de Tempo Geológico e a valorizar a sua importância na compreensão da história da Terra, sendo necessário investir na concepção e implementação de materiais didácticos curriculares que integrem actividades práticas diversificadas (de pesquisa, laboratoriais, experimentais, de campo, entre outras), que promovam a compreensão da complexidade dos fenómenos e da sequência temporal de alguns acontecimentos geológicos. Também será necessário que esta temática passe a ser abordada e aprofundada na formação contínua de professores de Geologia, dado que a abordagem curricular de conceitos complexos, como é o caso do conceito de Tempo Geológico, não se coaduna com perspectivas redutoras do ensino da Geologia. É importante não cair na tentação de, à custa da simplificação da realidade a explicar, induzir a





aprendizagem com erros científicos.

## 5. Considerações finais

A vastidão do tempo em que decorrem os processos geológicos está completamente fora do tempo da experiência vivenciada pela humanidade. Fazer uma ponte entre as experiências de tempo vividas pelos alunos, onde estes convivem com escalas de tempo que incorporam o momento, o dia, o ano ou o período de uma geração ou século, até aquelas que integram situações que ocorreram no planeta Terra desde há milhares de milhões de anos é, reconheça-se, uma tarefa tão desafiante como cognitivamente exigente, requerendo atenção e preparação cuidadas por parte dos intervenientes. Não deve deixar de ser enfatizado que o que está em causa é a abordagem de uma temática bem complexa, procurando relações entre os domínios da filosofia e da ciência. Tal temática vem sendo objecto de uma aprofundada e continuada discussão da qual, afinal, emerge um conjunto alargado de questões e uma atitude eminentemente questionante (Pereira 1998).

Todo esse processo necessita de ser articulado e continuado nos distintos níveis de ensino, até porque é pacífico, do ponto de vista da ciência, que a imensidão do tempo é fundamental para o desenvolvimento do pensamento geológico, já que facilita a compreensão da acção que integra alguns dos imperceptíveis processos geológicos e as suas consequências ao nível das mudanças gigantescas que têm ocorrido no planeta Terra. A importância da compreensão do Tempo Geológico aplica-se, também, ao cidadão contemporâneo, na medida em que o ser humano necessita estar na sua correcta dimensão face aos processos naturais para bem delimitar o alcance e os riscos de desastre, em potencial, das suas acções. Do ponto de vista epistemológico, e não só, aceita-se que para entender a brevidade da existência humana relativamente à vastidão da história da Terra se requer *innovation in our sense of reality* (Frodeman 2003).

Do ponto de vista educacional, a análise reflexiva dos dados obtidos neste diagnóstico de concepções de alunos acerca dos factores que condicionam a compreensão deste conceito crucial de Tempo Geológico, bem como da importância que lhe é atribuída na aprendizagem da Geologia, permite-nos extrair os seguintes indicadores:

- Os factores que condicionam a compreensão

do conceito de Tempo Geológico são a proximidade temporal e a abstracção do próprio conceito;

- Existem maiores dificuldades na associação correcta do tempo que demoram acontecimentos geológicos lentos relativamente à duração de fenómenos geológicos de curta duração;
- É valorizada a importância do conceito de Tempo Geológico na aprendizagem da Geologia, apesar de não existir acerca dele uma perspectiva adequada. Em consequência, associa-se Tempo Geológico a fenómenos que não estão relacionados com acontecimentos geológicos;
- As dificuldades sentidas na compreensão do conceito de Tempo Geológico recaem no facto de ser um conceito complexo, que dificulta a compreensão de fenómenos geológicos e da história da Terra, sendo, por isso, considerado dispensável na aprendizagem da Geologia. Aliás, o conceito é ainda considerado relevante para ajudar a compreender os acontecimentos da pré-história.

Do ponto de vista dos autores, os indicadores emergentes desta primeira fase da investigação reforçam a relevância do projecto inicialmente referido e no qual este estudo se integra. À natureza do tempo corresponde um efectivo grau de complexidade e, portanto, é indispensável que a abordagem curricular de temáticas como, por exemplo, a História da Terra, seja desenvolvida com particular atenção por parte dos professores. Por isso, consideramos ser crucial aprofundar o trabalho ao nível da formação de professores sob uma perspectiva sistémica, em que a formação inicial e contínua se articulem entre si, como um todo coerente e numa lógica de aprendizagem ao longo da vida.

Na sequência do que vem sendo apontado relativamente à temática muito concreta do tempo, a formação de professores responsáveis pelo ensino de conteúdos do âmbito das Geociências deve contemplar, por um lado, o aprofundamento científico dos saberes académicos numa dimensão integrada com outras áreas, de forma a proporcionar uma perspectiva holística. Por outro, a referida formação não pode prescindir de promover a reflexão e discussão entre os docentes acerca das estratégias normalmente usadas na abordagem da temática do Tempo Geológico, tendo sempre presente que esta se não coaduna com perspectivas redutoras do ensino das Geociências. Exige-





se, assim, o desenvolvimento de uma visão mais multi-interdisciplinar e pluridimensional, onde, por exemplo, a Ciência e a Filosofia dêem suporte a um pensamento holístico mais enriquecedor culturalmente e, portanto, enriquecedor da própria literacia científica do cidadão.

Uma das vertentes da estratégia de formação passa, necessariamente por investir na concepção, organização e implementação de materiais didáticos pelos professores que integrem indicadores emergentes da investigação, por meio de actividades diversificadas - de pesquisa, laboratoriais, experimentais, de campo, entre outras, e da sua aplicação supervisionada por didactas e por pares. Estas medidas deverão contribuir para o desenvolvimento do sentido crítico e para uma atitude de questionamento sistemático, facilitando a compreensão da natureza dos fenómenos temporais, bem como a sequência de alguns acontecimentos geológicos.

Um contributo que os autores pretendem dar para a investigação em didáctica das ciências passa, exactamente, pelo desenvolvimento futuro de materiais didáticos, devidamente validados, que ajudem os alunos a compreender a complexidade inerente ao conceito do Tempo Geológico, valorizando a sua importância na aprendizagem da Geologia e no seu próprio crescimento pessoal.

## Referências bibliográficas

Bonito J., Medina J., Morgado M., Rebelo D., Monteiro G., Louro M., Martins L., Marques L. 2010. La naturaleza del tiempo y su complejidad: el caso del tiempo geológico – implicaciones educativas. Enseñanza de las ciencias. (submetido para avaliação em 2009)

Carrière, J. C. 1999. As perguntas da esfinge. In: C.

David, Lenoir F., Tonnac J.-P. orgs. O fim dos tempos. Lisboa: Terramar.

Coveney P., Highfield R. 1992. La flecha del tiempo. Barcelona: Plaza y Janés.

Dodick J., Orion N. 2003. Measuring student understanding of geological time. Science education, 87:708-731.

Einstein A. 2000. Relativity. The special and general theory. New York: Bartleby.

Escribano Ródenas M. 2008. La medida del tiempo geológico: un reto en secundaria. Actas del XV simposio sobre enseñanza de la geología. Madrid: Instituto Geológico y Minero de España. P. 119-127.

Freud S. 1974. O inconsciente. Rio de Janeiro: Imago.

Frodeman R. 2003. Geo-Logic. Breaking ground between philosophy and the Earth sciences. New York. State University of New York Press.

Hawking S. 1988. Breve história do tempo. Lisboa: Gradiva.

Klein E. 2007. O tempo de Galileu a Einstein. Lisboa. Caleidoscópio Editora.

Marques L., Thompson D. 1997. Portuguese students' understanding at age 10/11 and 14/15 of the origin and nature of the Earth and the development of Life. Research in science and technological education, 15:29-51.

Pardal L., Correia E. 1995. Métodos e técnicas de investigação social. Porto: Areal Editores.

Pereira P. 1988. O espaço e o tempo. Intraligações. Lisboa: Fim de Século Edições.

Prigogine I. 1990. O nascimento do tempo. Lisboa: Edições 70.

Santo Agostinho 1990. Confissões. 12.<sup>a</sup> ed. Braga: Livraria do Apostolado da Imprensa.

Trend R. 2005. Individual, situational and topic interest in geoscience among 11-and 12-year-old children. Research papers in education, 20(3):271-302.

Yousef M. H. 2008. Ibn 'Arabî – Time and cosmology. London: Routledge.



# LA NATURALEZA DEL TIEMPO Y SU COMPLEJIDAD: EL CASO DEL TIEMPO GEOLÓGICO - IMPLICACIONES EDUCATIVAS

## *THE NATURE OF TIME AND ITS COMPLEXITY: DEEP TIME AND EDUCATIONAL IMPLICATIONS*

JORGE BONITO<sup>[1]</sup>, JORGE MEDINA<sup>[2]</sup>, MARGARIDA MORGADO<sup>[3]</sup>, DORINDA REBELO<sup>[4]</sup>,  
GRAÇA MONTEIRO<sup>[5]</sup>, LUÍSA MARTINS<sup>[6]</sup>, LUÍS MARQUES<sup>[7]</sup>

<sup>[1]</sup>Docente universitario, Universidad de Évora (Portugal), Profesor Auxiliar, jbonito@uevora.pt, Doutor

<sup>[2]</sup>Docente universitario, Universidad de Aveiro (Portugal), Profesor Auxiliar, jmedina@ua.pt, Doutor

<sup>[3]</sup>Docente de la enseñanza básica e secundária, Escola Secundária de Viriato de Viseu (Portugal), Profesor, morgadommargarida@gmail.com, Doutor

<sup>[4]</sup>Docente de la enseñanza básica e secundária, Escola Secundária de Estarreja (Portugal), Profesor, dorinda.rebelo@netvisao.pt, Mestre

<sup>[5]</sup>Docente de la enseñanza básica e secundária, Escola Secundária de Alcaldes de Faria (Portugal), Profesor, gracamonteiro88@hotmail.com, Doutor

<sup>[6]</sup>Docente de la enseñanza básica e secundária, Escola Secundária de Alves Martins de Viseu (Portugal), Profesor, luisalopesmartins@gmail.com, Mestre

<sup>[7]</sup>Investigador, Centro de Investigación Didáctica y Tecnología en la Formación de Formadores de la Universidad de Aveiro (Portugal), Profesor Asociado con la Agregación, luis@ua.pt, Doutor

Recibido para revisar D-M-A, aceptado D-M-A, versión final D-M-A.

**RESUMEN:** En este artículo pretendemos hacer una reflexión sobre el complejo concepto de tiempo, en sus vertientes filosófica y científica, de esta manera reconocemos la consecuente necesidad de profundizar en la investigación en el ámbito de la enseñanza y del aprendizaje de esta temática. Partiendo de cuatro ángulos de análisis: el primero mediante un abordaje de las sucesivas posiciones filosóficas y científicas sobre la naturaleza del tiempo; prosiguiendo con una reflexión sobre las percepciones actuales del tiempo; en un tercer ángulo de visión, se elaboran un conjunto de consideraciones sobre la cuantificación del tiempo dando una particular atención al tiempo físico, humano y geológico; y finalmente los autores reflexionan sobre un conjunto de implicaciones educacionales para el abordaje didáctico del tema, en el contexto de un proyecto de investigación en curso.

**PALABRAS CLAVE:** Tiempo geológico, complejidad, percepciones, enseñanza de la geología

**ABSTRACT:** This article aims to reflect on the complex concept of time - its philosophical and scientific dimensions, and, therefore, to recognize the need of further research about the respective teaching and learning process. Four dimensions will be carried out: in depth approach of several scientific and philosophical views on the nature of time; reflection on current perceptions of time; development of a set of considerations, concerning the quantification of time, mainly the physical, human and geological time; authors' reflection on a set of educational implications of the topic in the context of an ongoing research project.

**KEYWORDS:** Deep time, complexity, perceptions, geology teaching

Verdade, também isso se perde porque a memória, aprendi por mim, é indispensável para que o tempo não só possa ser medido como sentido. [1]

### 1. INTRODUCCIÓN

Este estudio basado en el ámbito de un proyecto de investigación educacional en curso en el Centro de Investigación Didáctica y Tecnología en La Formación de Formadores de La

Universidad de Aveiro (Portugal), involucra a profesores, investigadores en Didáctica de las Ciencias y especialistas en Geología. Se pretende profundizar en la comprensión de las dificultades captadas en alumnos portugueses, de enseñanza básica, en relación a este concepto y actuando en consonancia, concebir, desarrollar y evaluar, con la colaboración de profesores e investigadores,





estrategias curriculares que contribuyan a una mejoría de la alfabetización científica de los discentes.

La finalidad principal de este artículo consiste en presentar una reflexión sobre el complejo concepto de tiempo, en sus vertientes filosófica y científica reconociendo de esta manera, la consecuente necesidad de proceder a una profundización de la investigación en el ámbito de la enseñanza y del aprendizaje de esta temática. Partimos de la idea de que la inclusión de este concepto en el currículo de Ciencias, debe de subrayar:

1. La conveniencia de que los profesores, responsables de la gestión del currículo y de la orientación del proceso de enseñanza, posean un marco conceptual bien fundamentado;
2. Las limitaciones planteadas en el abordaje curricular, teniendo en cuenta la propia naturaleza y las dificultades intrínseca que conlleva.

De la bibliografía sobre formación de profesores, subrayamos por un lado, que un buen profesor de ciencias *“should acquire a sound knowledge of scientific concepts and theories... beyond this, however, lie knowledge of teaching methods...”* (p. 9) [2] y por otro, que para conceptos especialmente complejos es necesario encontrar estrategias de promuevan el compromiso de los alumnos.

El artículo está constituido por cuatro partes. En la primera abordaremos las sucesivas posiciones filosóficas y científicas sobre la naturaleza del tiempo. La segunda se inclina hacia un análisis de percepciones actuales del tiempo, a partir de estudios que han sido efectuados. Se siguen consideraciones sobre la cuantificación del tiempo, dando una especial atención al tiempo físico, humano y geológico. Finalmente, los autores reflexionan sobre un conjunto de implicaciones educacionales para el abordaje de este tema.

## 2. EL TIEMPO Y SU COMPLEJIDAD

La complejidad, entendida como un desafío, se sustenta como característica de lo que *“é... tecido junto, isto é, complexo, segundo o sentido original do termo”* (p. 14) [3] y para convivir con ella de una manera saludable, son necesarios principios organizados de conocimiento. Esta

alusión al pensamiento complejo, trabajada por Edgar Morin, tiene sentido cuando una reflexión sobre el tiempo nos confronta con una situación algo paradójica.

El tiempo para cada uno de nosotros es una evidencia familiar y la experiencia común parece ser suficiente para que nunca dudemos de su existencia. Por un lado el sentido común nos recuerda que pocas cosas podrían ser tan obvias como el tiempo, porque hasta le podríamos cuantificar o bien, a través de él, efectuar previsiones del cotidiano, así como organizarlo cronológicamente, en ayer, hoy y mañana. Curiosamente, podremos preguntarnos, si la cuantificación del tiempo no corresponde a su propia disimulación, por detrás de una movilidad absolutamente regular. Conocida es la posición de San Agustín, en el siglo IV: *“O que é o tempo? Saberei dizer; mas, se quiser explicá-lo a quem mo pedir, é manifesto que não sei”* [4].

Es un hecho que el tiempo existe fuera del reloj *“mais precisamente, não há muito mais tempo dentro de um relógio do que fora dele... ele não se entrega nunca como um fenómeno em bruto. Na verdade, não percebemos senão os seus efeitos, as suas obras, os seus adornos, as suas metamorfoses, que podem enganar-nos a respeito da sua natureza”* (p. 15) [5].

De aquí provienen las percepciones que vamos elaborando sobre el tiempo, conforme abordaremos en la sección siguiente.

Un breve viaje en la historia nos revela que la reflexión sobre el tiempo aparecía ya entre los filósofos presocráticos. El texto filosófico de Anaximandro (609/610 – 546 a.C.) relaciona la pregunta por la totalidad de lo existente con el tiempo, que es el que impone el orden y que nos transporta a nuestros orígenes. De esta manera la pregunta por el sentido del mundo remite al tiempo – lo que nos coloca en el inicio del pensamiento filosófico.

En la filosofía de Platón (428/427 – 347 a.C.), el tiempo – la imagen inmóvil de la eternidad – se representa a través de un movimiento cíclico, siendo subyacente la periodicidad de las mareas, los solsticios o bien las estaciones del año, midiéndose por el movimiento de los astros.

Aristóteles (384 – 322 a.C.) relaciona esta eternidad platónica con el suceder del tiempo – el tiempo es un número del movimiento de acuerdo con el antes y el después [5] –





susceptible de percibir lo que da lugar a concebir el movimiento, de modo que el tiempo se expresa a través de éste como pasaremos a discutir en la siguiente sección. El tiempo no es un movimiento, pero no existiría sin él. Es sin embargo remarcable que Aristóteles reconozca la dificultad de la naturaleza del tiempo interrogándose, por ejemplo sobre si éste debería colocarse entre los seres o entre los no-seres. Relaciona, entonces el instante con el tiempo y articula el punto con la naturaleza del espacio. Ambos conceptos integran en sí la noción de límite que anula las especificidades propias del tiempo y del espacio – un instante no dura, así como un punto no tiene extensión. Esta analogía establecida entre instante y punto así como, de la perspectiva de tiempo en función del movimiento, nos revela la íntima relación entre el espacio y el tiempo [6]. Por otra parte, uno y otro – instante punto – son a la vez unión y separación, y al igual que la estructura del espacio, también la estructura del tiempo es continua. En síntesis diremos que la cuestión del tiempo nos remite a las paradojas de lo uno y lo múltiple, de la identidad y la diferencia.

A estas posiciones, en las que subyace una visión circular del tiempo, se le opone la perspectiva lineal, próxima a la cultura cristiana, y posteriormente surge la revolución científica con una concepción de tiempo substancialmente distinta [7]. Así, con Galileo Galilei (1564 – 1642) nace un tiempo abstracto, concebido como un parámetro o una variable física que vale para todo movimiento, y no sólo para el uniforme como lo había considerado Aristóteles. Es de esta forma que tiempo, espacio y materia serán los tres grandes conceptos de la física moderna clásica, es decir, del mecanicismo.

Con Newton (1643 – 1727), el tiempo pierde su carácter transcendente fluyendo sin relación con nada externo, permaneciendo siempre semejante e inmóvil. Tiempo y espacio, por tanto, no son un puro accidente de los cuerpos sino independientes de ellos, que están y se mueven en su seno. El carácter absoluto del tiempo en Newton es dominante en la filosofía moderna, incluso Kant (1724 – 1804) quien, a pesar de todo introduce una nueva reflexión en el modo de considerar la cuestión – la completa independencia del tiempo relativamente a las

cosas que en él ocurren - de cierta forma *a priori*.

Con Einstein (1879 – 1955), el tiempo está afectado por la materia y energía, pudiendo ser como manipulado. Según la lograda expresión de Klein [5] “*o tempo físico perdeu um pouco da sua suposta pureza e muita da sua independência: reencontrou-se inseparavelmente ligado ao espaço, associado à energia, ancorado na matéria*” (p. 9). Sabemos que en campos gravitacionales fuertes y para observadores en movimiento, el flujo del tiempo está condicionado por la masa y por la energía que ésta contiene y por éso, “*every reference-body has its own particular time; unless we are told the reference-body to which the statement of time refers, there is no meaning in a statement of the time of an event*” (p. 22) (Einstein, 1905, citado [8]).

Considerando el tiempo como una grandeza física y observando lo desde una perspectiva de física clásica, se presenta como una dimensión por sí mismo reversible, pudiendo afirmar que desde este punto de vista, el tiempo no pasa de una ilusión. En la ciencia contemporánea los conceptos de espacio y de tiempo han sido condicionados por la teoría de la relatividad generalizada, y la interrelación entre ambos, determina las características de la materia y del movimiento. Simultáneamente, la esta teoría perspectiva la dilatación y la contracción del tiempo, de modo que éste depende de la velocidad de la luz y de la propia masa. La no existencia de un tiempo universal revitaliza la concepción relacional del tiempo [9].

La reversibilidad del tiempo deducida de las ecuaciones de la física, es inherente a la síntesis de las sucesivas posiciones presentadas. A partir del segundo principio de la termodinámica que Henri Bergson (1859 – 1941) cualificó la más metafísica de las leyes físicas – y que proporciona una clara orientación para el tiempo, Ilya Prigogine (1917 – 2003) comienza a redescubrir el tiempo. Presuponer esta posición pasaría por el reconocimiento de que la significación del tiempo en el mundo científico está lejos de si alcanzar [10]. Prigogine, viene reforzando el carácter irreversible del tiempo, de forma que dicha irreversibilidad no depende tan solo de la ínfima probabilidad de que un proceso que genera mayor entropía pueda darse a la





inversa, sino que el carácter direccional del tiempo y su irreversibilidad son inherentes.

Las consideraciones efectuadas permiten, del punto de vista de los autores, volver hacia la problemática inicial. Qué es finalmente el tiempo? Será el tiempo una ilusión o el resultado de una percepción? Y el tiempo tendrá futuro? Así como, cuál es la edad del tiempo? Reconocimiento de que en efecto, nos confrontamos a una temática cuya naturaleza es extremadamente compleja, y naturalmente tiene que tener influencias al pensar en los correspondientes abordajes de enseñanza y de aprendizaje curriculares. Por lo que tiene sentido, proceder a un abordaje de las percepciones elaboradas sobre el tiempo.

### 3. EL TIEMPO Y SUS PERCEPCIONES

En el seguimiento señalado con relación a la dificultad de abordar la problemática del tiempo, valdría la pena considerar la percepción de éste – resultado de un largo proceso de aprendizaje, realizado de una manera reflexiva a partir del final de La Edad Moderna – es una construcción mental de atribución de significado a estímulos sensoriales tales como el movimiento de objetos y de personas, señales naturales y la repetición de fenómenos cíclicos [11]. La percepción del tiempo está influenciada por varios factores, incluyendo los de naturaleza afectiva [12], a modo de ejemplo, la impulsividad [13] y diversas patologías, como la depresión y la tristeza [14, 15]. Percibir el instante (en la interpretación de Aristóteles, permitiendo dar continuidad al propio tiempo y relacionándolo con el concepto de espacio) es anterior a su situación en palabras más ya de por sí es un acto [16]. La percepción y la acción se constituyen mutuamente, no pudiendo existir de una manera independiente [17]. La percepción resultante de un estímulo es siempre algo construido en correlación a una respuesta del organismo [18].

La percepción de un instante y de una sucesión de instantes conduce a la constatación de la persistencia. El tiempo es, de esta forma, percibido como asimétrico y transitivo, recordando [19] que sin memoria no habría tiempo. En el ensayo de Norbert Elias [20], publicado en fragmentos a partir de 1974, se propone romper con la tradición de confundir la operación gnoseológica de la separación entre el

objeto y el sujeto con la existencia de una distancia, de hecho, entre ambos. Digamos que en verdad el autor – en perfecta sintonía con epistemologías actuales de naturalezas racionalistas, con implicaciones en la enseñanza de las ciencias – considera que los resultados alcanzados por los físicos en la medición del tiempo fallan, cuando descuidan la dimensión esencial para su percepción: la dimensión humana y social.

La referida dimensión esencial incluye también la autorregulación del tiempo que sirve para orientar el ser humano en el mundo, de acuerdo con autores como Mangas y Montero [21]. La percepción del tiempo se encuentra materializada en la facultad humana de “*vincular entre si duas ou mais sequências distintas, de transformação contínua*” (p. 303) [22]. Con este fin, el hombre fue creando una síntesis simbólica resultante de la yuxtaposición de dos continuos: uno social y otro mecánico. El primero en hechos por venir y el segundo estandarizado. El *continuum* mecánico fue usado muchas veces para medir el *continuum* social, aquél que en el momento tiene expresión y produce vivencia. La complejidad gradual de las sociedades condujo a que dominase, el *continuum* mecánico sobre el *continuum* social, asistiendo modernamente a una dependencia total del reloj.

La cuestión de la transmisión social de los bienes culturales entre generaciones, así como el caso del aprendizaje del tiempo, es revelador de la exigencia de una síntesis simbólica, conteniendo un elevado nivel de complejidad relacionada con las sociedades [20]. De ahí que, para el autor, la sinopsis elaborada por los historiadores sobre los hechos en el tiempo, corresponda más a una “*descripción narrativa de una manera imaginativa, pero muy poco cierta*” (p. 204) [20], considerando, según Durkheim que a los sociólogos se les concede un cuadro conceptual que les facilita la construcción de esta síntesis.

De hecho, el tiempo barre con todo. Todo se encuentra sometido al tiempo y “todo lo que toca al tiempo acaba por tener un fin”. San Agustín, en su *Ciudad de Dios*, ve el tiempo como algo que todo corrompe y destruye. En consecuencia del *continuum* de los instantes, el tiempo se define como lineal e irreversible. Esta irreversibilidad se aplica sólo a las formas y a los sistemas, pero no a la materia elemental, lo cual





se puede percibir de dos maneras: dentro de una perspectiva de mera ilusión, posición ésta defendida por Einstein y ya subrayada en la sección anterior; en una perspectiva de la llamada flecha del tiempo, aunque las partículas nos resulten más o menos insensibles, como propone Prigogine [23]. Nos encontramos seguramente, dentro del ámbito epistemológico, con una discusión muy compleja de la ciencia.

De esta complejidad proviene, de igual modo, el que el cerebro humano apenas se encuentre preparado para abarcar una cierta dimensión o “medida” de tiempo, en consecuencia de la duración media de vida humana. Podemos conocer a nuestros bisabuelos o como mucho a nuestros biznietos. De modo que nuestra mirada nunca alcanzará más de doscientos años de vida, observables y reales. La noción de mirar el tiempo pasado, de forma sistemática por sentido común, es relativamente reciente, en especial a partir del siglo XVI. Dado que no existe memoria oral que vaya mucho más lejos en el pasado, así como la afirmación de la investigación histórica la cual permitirá la reconstrucción del tiempo histórico, haciéndonos retroceder 300, 500, 2000, 5000 o 10.000 años. No obstante perdiéndonos un poco por falta de referencias palpables. En verdad a lo largo de nuestra vida la medición del tiempo por sí solo no tiene gran significado. Es el *continuum* social que le objetiva y significa. Señalamos el tiempo con marcos referenciales en virtud de las vivencias. Se suceden días y días sin que les atribuyamos ningún significado memorístico. Sólo los acontecimientos permanecen en nuestra memoria. Estamos finalmente enfocando el punto de vista einsteiniano al remarcar que un determinado instante solo tiene significado cuando está relacionado con una entidad de referencia. Quedándose los números por sí solos desprovistos de significado. O bien dicho de otra forma, lo que fluye en el tiempo no es el propio tiempo. Para Kleine [5], se trata de fenómenos que, a la medida que discurren, “*vestem o tempo com os seus próprios atributos: a mudança, o devir, o movimento, a repetição, a sucessão, a morte*” (p. 11).

El ser humano en su cotidiano, inventó calendarios. Fueron creados calendarios solares con el objetivo de conocer los periodos favorables para la siembra, y calendarios lunares

para las mareas, útiles para los pescadores [24]. La articulación entre los actuales calendarios y los ciclos astronómicos no resulta de fácil traducción matemática. Las regularidades de la naturaleza funcionan de forma diferente de las regularidades de los calendarios, éstos acumulan errores hasta el punto que resulta indispensable corregirlos.

El tiempo se percibe según la naturaleza de los instantes que sentimos. Cuando tenemos una cita con alguien, por ejemplo, nos parece que cada minuto observado en el reloj tiene mayor duración, al contrario que si cogemos un transporte público o nos encontramos inmersos en un atasco. Estas situaciones nos remiten el “dominio” del tiempo por el Hombre. La verdad es que escuchamos con mucha frecuencia a casi toda la gente por no tener tiempo: tiempo para descansar, tiempo para estar con los hijos, tiempo para acabar los trabajos comenzados, tiempo para visitar a los amigos. Falta mucho tiempo [25]. La educación tiene en este dominio una acción decisiva.

Dedicar tiempo a uno mismo y organizar la vida de manera a liberarse de la tiranía del tiempo son estrategias que nos ayudan a vivir con mayor tranquilidad y satisfacción. Carrière [26] piensa que el sueño es nuestra verdadera victoria sobre el tiempo. Fernando Pessoa [27] escribió, tal vez por esta razón “*valor das coisas não está no tempo que elas duram, mas na intensidade com que acontecem*” (p. 49). Espinosa decía que, a cada instante, aquí y ahora somos inmortales. Lo somos a causa del olvido – una selección mental que hacemos de aquello que no nos agrada – absolutamente esencial para enfrentarnos cada día. Nuestra vida está hecha de momentos pasados, citando al ensayista madrileño José Bergamin [28] ella es “*uma experiência perplexa e extasiada do tempo*”. Y cuando algo nos fascina, queremos que el tiempo pare, y decimos que “el tiempo paró”.

Parece que tenemos una garantía: el tiempo continuará, el mismo que ha visto muchos otros tiempos aparecer y desaparecer. Pensando con Prigogine [23], el nacimiento y la muerte de nuestro tiempo, no es por consiguiente el nacimiento y la muerte del tiempo. El tiempo precede a la existencia.





Todo lo aquí dicho se agudiza cuando nos referimos al tiempo geológico, sin que por eso las escalas geológicas sean arbitrarias.

#### 4. EL TIEMPO EN EL CONTEXTO GEOLÓGICO

La historia de La Tierra, a lo largo de la historia humana, constituye una preocupación constante ocupando el pensamiento religioso y científico. Han sido varias las teorías para explicar el origen, evolución y edad de La Tierra. Desde su formación, el planeta que habitamos ha sido extremadamente dinámico, comprobado por diversas transformaciones geológicas. Para “leer” y estudiar el pasado geológico se aplican dos principios: el uniformismo, que establece que los procesos geológicos actuales son los mismos que en el pasado; y el actualismo, que reconoce que no hubo uniformidad, teniendo en cuenta que los fenómenos geológicos han ocurrido de igual forma que en el presente, facultando la reconstitución del pasado y la previsión del futuro.

Para ordenar y comparar eventos geológicos pasados ha sido concebida una escala del tiempo geológico, lo mas estándar posible, para ser usada en todo el mundo. También aquí ha habido la preocupación en potenciar el *continuum* mecánico, como tentativa para comprender el tiempo a través de distintos registros de eventos.

Ya que se trata de relaciones temporales pueden ser adoptadas dos enfoques. Es posible determinar una sucesión temporal de eventos sin que se sepa exactamente cuando han ocurrido estableciéndose de esta forma una datación relativa (“*más antiguo que...*”; “*más moderno que...*”). Otra opción es posicionar esos eventos en una escala numérica, su ocurrencia y su duración, a través de una edad absoluta.

El establecimiento de la escala del tiempo se basa en los siguientes principios:

- \* Principio de la horizontalidad original: en general los estratos se depositan en la horizontal.
- \* Principio de la superposición: en una secuencia de estratos no deformados, el que cubre otro estrato es más reciente que lo que está por debajo.
- \* Principio de la intersección: una falla o un cuerpo intrusivo son más recientes que las rocas atravesadas o fracturadas por ellos.

\* Principio de la sucesión faunística: los organismos fósiles se han sucedido unos a otros en un orden definida y determinada; los especímenes una vez extintos no pueden volver a repetir-se.

\* Principio de la inclusión: una roca que contiene una inclusión (por ejemplo, un clasto o un fósil) es más moderno que esa inclusión.

\* Principio de la identidad paleontológica: los estratos caracterizados por las mismas asociaciones de fósiles son de la misma edad.

El registro fósil ha revelado que las formas de vida han cambiado a lo largo del tiempo e el estudio de su evolución biológica ha presentado una sucesión ordenada de organismos que permite hacer la reconstitución de una historia de la vida en La Tierra directamente ligada a la evolución del tiempo geológico. Se ha establecido una escala del tiempo basada en la ocurrencia y evolución de sucesivas faunas y floras fósiles, un conjunto de marcos que sirven para definir y limitar unidades que han sido establecidas con base en el surgimiento y extinción de determinadas formas de vida, su sucesión y diversificación. Basado en su contenido fósil es posible colocar las rocas en un orden cronológico, ya que:

\* cada tiempo (Eón, Era, Período, etc.) geológico posee un conjunto de fósiles que es representativo de los organismos vivos que en ese momento han vivido.

\* una misma sucesión biótica registrada en las rocas puede ser observada en distintos lugares de La Tierra, permitiendo su correlación fosilífera o bioestratigráfica y en estos casos es posible establecer una equivalencia temporal.

Con base en los principios arriba enunciados, ha sido posible establecer una escala de tiempo geológico, dividida en Eones, derivado del latín *aeon*, y del griego *αἰών* (*aión*), que significa “un periodo de existencia”. Se designa Hadeico, como referencia al dios griego de los infiernos Hades, al intermedio de tiempo entre la formación de La Tierra y de otros astros del sistema solar. En rigor el Hadeico no es un Eón geológico porque no existen rocas tan antiguas para ser adecuadamente caracterizado. Actualmente es reconocido como “marcador cero” de la escala del tiempo geológico, y en la Tabla Cronoestratigráfica Internacional de





*International Commission on Stratigraphy* se designa “*Hadean (informal)*” [29].

Con el surgimiento de las primeras células procariotas, se da el origen de la vida primitiva, que asigna un cambio muy importante en la historia de La Tierra que es designada Eón Arcaico. Con la evolución biológica se han desarrollado las células eucariotas, que se han transformado cada vez más complejas surgiendo, más tarde, los primeros seres unicelulares. Este “período” de la historia de La Tierra ha quedado asignado por el Eón Proterozoico, que deriva del latín y significa “primera vida”. Al Arcaico y al Proterozoico juntos se designa Precámbrico. La proliferación de la vida, el desarrollo de los animales y de las plantas pluricelulares asignan un nuevo Eón designado Fanerozoico. Su nombre deriva del griego y significa “vida visible”.

El grado de conocimiento que tenemos sobre el Fanerozoico permite la división de este Eón en Eras. En el inicio de La Era Paleozoica, se ha asistido a una gran diversidad evolutiva de la vida animal, que es asignada por el Período Cámbrico. Alrededor de 90% de todas las especies animales marinas se han extinguido marcando el final de esta Era. Después de esta extinción, La Tierra ha presenciado el apareamiento y el dominio de grupos como los dinosaurios, las amonitas y las plantas con flor, que marcan La Era Mesozoica. El nombre procede del griego *meso/μεσο* que significa “entre” y *zoon/ζωον* que significa “animal”. Esta Era es también conocida como Edad de los Reptiles, de las Amonitas y de los Cicadófitos. La extinción de los dinosaurios marca el final de La Era Mesozoica. Después de esta extinción los tiempos geológicos son señaladas con La Era Cenozoica, marcada con la gran evolución de los mamíferos, tomando la superficie de La Tierra el actual aspecto. Su nombre procede del idioma griego y significa “animales nuevos” (de *καίνος/kainos*, “nuevo” y *ζωή/zoe*, “animal o vida”).

Debido al grado de conocimiento de este Eón, las Eras del Fanerozoico son divididas en Períodos, Épocas y Edades, mientras que en el Precámbrico los Períodos del Proterozoico no están subdivididos en Épocas, bien como las Eras del Arcaico no lo son en Períodos.

El conocimiento geológico es mayor y más completo cuanto más reciente son los eventos geológicos permitiendo comparaciones con los más antiguos. Se comparamos el grado de conocimiento, que hay actualmente, de cada Era con la duración con que cada una es representada en la escala del tiempo geológico (por ejemplo la editada por IUGS, 2008), verificamos que 83 por ciento del conocimiento pertenece al Eón Fanerozoico. Sin embargo le corresponde solo unos 12 por ciento de la historia de La Tierra (los últimos 540 Ma). Además, el Precámbrico, que representa cerca de 88 por ciento del tiempo geológico (alrededor de 4.000 Ma) corresponde solo a 17 por ciento del grafico (Figura 1). Además se observa que el grado de conocimiento está directamente relacionado con la existencia de rocas sedimentarias a lo largo del registro geológico (Figura 1a).

En la figura 1 se puede ver la distribución de las rocas sedimentarias actualmente existentes en el registro geológico. La curva de la media de las rocas sedimentarias preservadas a lo largo del tiempo geológico sugiere que el registro sedimentar disminuye casi geométricamente con el aumento de las edades. No es que haya habido menos sedimentación en el pasado; lo que ocurre es que cuanto más antigua ha sido la roca sedimentaria mayor es la probabilidad de haber sido erosionada, deformada y/o metamorfizada. Si la deformación y/o el metamorfismo son un nuevo evento que queda registrado en las nuevas rocas, la verdad es que este nuevo evento borra total o parcialmente los registros anteriores.

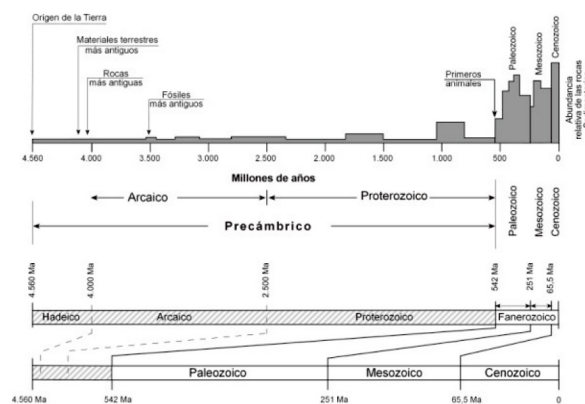


Figura 1: a – encima) Distribución de las rocas sedimentarias en el registro geológico (modificado de [30]). B – bajo) Representación grafica y relación entre la extensión de los períodos del tiempo



geológico y el grado de conocimiento existente sobre ellos.

*Figure 1: a - top) Distribution of sedimentary rocks in the geological record (modified from [30]). B - low) Graphic representation and relationship between the extent of geological time periods and the degree of existing knowledge about them.*

Mas ¿Cual es la edad de La Tierra? El cálculo de la edad absoluta, como la conocemos, ha sido posible con el descubrimiento de la radioactividad. La edad radiométrica nos permite asignar un número para la edad de las rocas, en millones de años (Ma). Este método se basa en la desintegración de isótopos radioactivos naturales como, por ejemplo, potasio-argón, rubidio-estroncio, uranio-plomo, samario-neodimio, entre otros (Tabla 1). Solamente las rocas que contienen minerales con elementos radioactivos permite la aplicación de esta metodología.

**Tabla 1.** Propiedades de algunos isótopos radioactivos aplicados con frecuencia en la determinación absoluta de rocas.

**Table 1.** Properties of some radioactive isotopes often applied in determining absolute rock.

Fuente/Source:

<http://www.geovirtual.cl/geologiageneral/ggcap10b.htm#Dataciones%20radiometricas>

Isótopo radioactivo	Período de semidesintegración en años (mediavida)	Producto de desintegración radioactiva = isótopo radiógeno
$^{87}\text{Rb}$	$48,6 \times 10^9$	$^{87}\text{Sr}$
$^{232}\text{Th}$	$14,0 \times 10^9$	$^{208}\text{Pb}$
$^{40}\text{K}$	$1,3 \times 10^9$	$^{40}\text{Ar}$
$^{238}\text{U}$	$4,5 \times 10^9$	$^{206}\text{Pb}$
$^{235}\text{U}$	$0,7 \times 10^9$	$^{207}\text{Pb}$
$^{14}\text{C}$	5730	$^{14}\text{N}$

Ha sido solo en 1953 que Patterson y Houtermans [31] han conseguido datar con precisión la edad de La Tierra, por el método isotópico Pb207-Pb206 (una variante del método U-Pb), con 4,51 Ga y 4,56 Ga.

En la actualidad se acepta que el inicio de la secuencia de eventos está marcada por la condensación de materia sólida, desde la Nebulosa solar hace 4,566 Ga, y ha terminado

con la acreción de La Tierra, segregación del núcleo terrestre y formación de La Luna, que habrá ocurrido en un intermedio de tiempo equivalente a  $50 \pm 10$  Ma, y los últimos eventos habrán ocurrido hace 4,51 Ga.

Según Tera [32], la edad de 4,5 Ga, que es aceptada como el valor más apropiado para la edad de La Tierra, corresponderá más a la edad de la materia de la cual La Tierra se ha formado y no a la edad de la formación de La Tierra como planeta. A pesar de estas incertidumbres, parece no haber duda que la edad de La Tierra (o por lo menos el material a partir del cual ha sido formada) y del sistema solar sobrepasan, en una muy pequeña fracción, los 4,5 Ga. Estos resultados no son muy diferentes a los obtenidos por Houtermans y Patterson. O sea, ahora sabemos, y basados en muchas otras más evidencias, que la edad de La Tierra, de La Luna e del sistema de meteoritos es de 4,51 hasta 4,55 Ga.

Sobre el punto de vista de los autores, la complejidad inherente a la naturaleza filosófica y científica del concepto de tiempo que ha quedado anteriormente expresa, se adjuntan, no solo las dificultades propias de la interpretación de los registros de los eventos geológicos, así como alguna incertidumbre sobre la localización de los marcadores de la historia de La Tierra. Estas consideraciones irán influir en la vertiente educacional.

## 5. EL TIEMPO Y LOS DESAFIOS EDUCACIONALES

Hacer un puente entre las experiencias de tiempo vividas por los alumnos, en las cuáles éstos conviven con intervalos de tiempo, oscilando entre el momento, el día, el año o el periodo de una generación o un siglo, hasta situaciones que se habrán pasado en el Planeta hace millares de millones de años para acá, se trata de una tarea tan desafiante cuan cognitivamente exigente, exigiendo una atención y una preparación esmeradas por parte de todos los intervinientes. La inmensidad del tiempo es fundamental para el pensamiento geológico ya que permite comprender la acción que poseen los imperceptibles lentos procesos con relación a cambios gigantescos. ¡Con tiempo las montañas se aplanan y la selección natural potencia nuevas especies! Robert Frodeman [33] afirma que





entender la brevedad de la existencia humana con relación a la vastedad de la historia de La Tierra requiere "*innovation in our sense of reality*".

La referida innovación ha de ser sostenida ya que el concepto de tiempo es crucial en el desarrollo de las competencias, relacionadas con el pensamiento geológico siendo, por ejemplo, la llave de la causalidad. Los autores consideran importante, cuando se aborda la temática del tiempo desde el punto de vista educacional:

(a) reconocer de qué forma los alumnos a partir de sus propias experiencias de tiempo elaboran la escala donde se inscribe el pasado de La Tierra, con sus varios miles de millones de años. En ese ámbito resulta adecuado tener en consideración que la percepción y la acción se entrelazan fuertemente en articulación con el conjunto de los principios estructurantes de la datación relativa. Es importante percibir si los alumnos consiguen determinar una sucesión temporal de acontecimientos sin que sepan efectivamente cuando sucedieron y cuanto duraron;

(b) discutir el papel de la narrativa de acontecimientos recurrentes, o el de las analogías elaboradas, contribuye para la construcción de una perspectiva cíclica del tiempo condicionando la interpretación del cotidiano. Verdaderamente y de acuerdo con el principio del actualismo, los fenómenos geológicos pasados transcurrieron mediante los mismos procesos que los actuales. De alguna manera esta discusión sirve para analizar si nos encontramos más o menos alejados de la concepción platónica al hacer depender el mundo físico del mundo de las ideas. Inferimos en esta línea la perspectiva que la medición del tiempo falla cuando se omite la dimensión humana en su percepción.

(c) observar de qué forma se compatibiliza la comprensión de procesos relativos a modificaciones espaciales profundas, registradas en un paisaje que aparentemente se presenta estático. Dicho de otra manera procuramos comprender cómo se articula en la lógica aristotélica arriba mencionada, la relación entre el tiempo y el espacio, así como su limitación y continuidad. Existen mayores dificultades en la percepción de los

acontecimientos geológicos más distanciados en el tiempo:

(d) analizar cómo se percibe el tiempo, cuando no se encuentra explícitamente evidenciado en el registro de acontecimientos, conocidos por la humanidad. En otras palabras, considerar si tendría sentido pensar el tiempo abstracto con carácter absoluto o con intuición, conforme propusieron respectivamente, Galileo, Newton y Kant. Ésta es sin lugar a dudas la recurrente cuestión de la existencia del tiempo más allá de la existencia humana;

(e) Reflexionar relativamente a las ventajas e inconvenientes de abordajes más holísticos, relacionados con la temática del tiempo, en articulación con otros conceptos también complejos como por ejemplo, la energía, o asimismo la masa. En esta acepción como propuso Einstein, el tiempo se encuentra unido al espacio y determina las características de la materia y del movimiento. Esta relación espacio-tiempo se revela de alguna forma por el hecho de que el registro sedimentario disminuya de una forma casi geométrica, a medida que caminamos hacia periodos más antiguos de la historia de La Tierra;

(f) Estudiar el resultado de la utilización de procesos que generando más entropía y sin que puedan ocurrir inversamente, contribuyan para reconocer con menor dificultad la irreversibilidad del tiempo. Veamos por ejemplo el caso de los isótopos inestables, tan importantes en geología. De cierta forma y en el ámbito de la ciencia actual, según el punto de vista de Prigogine, es lo mismo que decir que es importante valorar lo aleatorio y lo espontáneo, reconociendo que la irreversibilidad temporal genera la novedad y la diversidad.

(g) Asumir que la lógica de los saberes separados y fragmentados, así como el pensamiento sobre problemas particulares, solamente debe de ocurrir, dentro de contextos propios y en sintonía con la búsqueda de encuadramiento dentro del ámbito de cuestiones globales. Retomando la idea de *continuum*, anteriormente mencionada, llenando el presente y de alguna manera el futuro.

(h) Desarrollar e implementar actividades prácticas diversificadas (de investigaciones de



laboratorio, experimentos, de campo, entre otras) que ayuden a los alumnos a comprender la complejidad de los fenómenos geológicos y la secuencia temporal de algunos acontecimientos.

Desde una perspectiva de los autores, estas reflexiones, demuestran que el abordaje curricular de conceptos complejos, como por ejemplo el del tiempo geológico, no se compagina con perspectivas reductoras de enseñanza inminentemente mecánicas. Se exige por otro lado, el desenvolvimiento de una visión más multidisciplinar y pluridimensional, donde ciencia y filosofía den soporte a un pensamiento holístico más enriquecedor culturalmente.

## REFERENCIAS

- [1] **Pires, J. C.**, De profundis, Lisboa, Editorial Caminho, p. 32, 1997.
- [2] **Eurydice** The information network on education in Europe. Science teaching in schools in Europe. Policies and research. Brussels. Eurydice European Unit, 2006. Available: [www.eurydice.org](http://www.eurydice.org) [citado 29 de Noviembre de 2009].
- [3] **Morin, E.**, Introdução ao pensamento complexo. 5.<sup>a</sup> ed., Lisboa, Instituto Piaget, 2008.
- [4] **Santo Agostinho**, A cidade de Deus, 3.<sup>a</sup> ed, Lisboa, Fundação Calouste Gulbenkian, 2008.
- [5] **Klein, E.**, *O Tempo de Galileu a Einstein*, Lisboa, Caleidoscópio Editora, 2007.
- [6] **Hawking, S.**, *Breve historia del tiempo*, Barcelona, Ediciones Critica, 1988.
- [7] **Coveney, P. and Highfield, R.** La flecha del tiempo, Barcelona, Plaza y Janés, 1992.
- [8] **Yousef, M. H.**, *Ibn 'Arabî – Time and cosmology*, London, Routledge, 2008.
- [9] **Sánchez, A.**, *Tiempo y sentido*, Madrid, UNED/ Biblioteca Nueva, 1998.
- [10] **Prigogine, I.**, O fim das certezas, En: A complexidade, vertigens e promessas (Orgs. R.Benkirane), Histórias de ciência, Lisboa, Instituto Piaget, 2004.
- [11] De origen latina (*tempus*) traduce la “sucesión de momentos, de horas, de días, de años, en que se desarrollan los acontecimientos”.
- [12] **Angrillil, A., Cherubini, P., Pavese, A. and Manfredini, S.**, The influence of affective factors on time perception, *Perception & psychophysics*, 59(6), 972-982, 1997.
- [13] **Wittmann, M. and Paulus, M. P.**, Decision making, impulsivity and time perception, *Trends Cognitive Science*, 2007. Available: <http://koso.ucsd.edu/~martin/WittmannTimeReview2008.pdf> [citado 18 de Marzo de 2009]
- [14] **Pilkington, F. B.**, The question of time, *Nursing science quarterly*, 22(1), 7, 2009.
- [15] **Sandrine, G. and Droit-Volet, S.**, Time perception, depression and sadness, *Behavioural processes*, 80(2), 169-176, 2009.
- [16] **Dewey, J.**, The reflex arc concept in psychology, *Psychological review*, 3, 357-370, 1986.
- [17] **Moreira, A. F. and Borges, O.**, Percepção e medida do tempo em uma abordagem fenomenológica. *Educação tecnológica*, 10(2), 52-61, 2005. Available: <http://www2.cefetmg.br/dppg/revista/arqRev/revistan10v2-artigo8.pdf>. [citado 15 de Marzo de 2009],
- [18] **Clancey, W. J.**, *Situated cognition: on human knowledge and computer representation*, New York, Cambridge University Press, 1997.
- [19] **Rosa, N.**, *O tempo: percepções e construções do tempo; origem e sentido do tempo; fluir do tempo e o futuro; observação do tempo*, 2002. Available: [http://www.eventos.uevora.pt/conhecimento\\_proibido/contributos/23\\_6\\_2003/Rui\\_Namorado\\_Rosa\\_O\\_TEMPO\\_9\\_de\\_Maio\\_de\\_2002\\_publica%E7%E3o\\_1\\_.htm](http://www.eventos.uevora.pt/conhecimento_proibido/contributos/23_6_2003/Rui_Namorado_Rosa_O_TEMPO_9_de_Maio_de_2002_publica%E7%E3o_1_.htm) [citado 15 de Marzo de 2009]
- [20] **Elias, N.**, *Sobre el tiempo*, México, Fondo de Cultura Económica, 1989.
- [21] **Mangas, J. and Montero, S.**, *El milenarismo: la percepción del tiempo en las culturas antiguas*, Madrid, Editorial Complutense, 2001.
- [22] **Malerba, J.**, Ensaio sobre o tempo, *Estudos históricos*, 7(14), 300-304, 1994.
- [23] **Prigogine, I.**, *O nascimento do tempo*, Lisboa, Edições 70, 1990.
- [24] Por ejemplo, el tiempo de la siembra y el tiempo de la recolección.
- [25] Recordamos, aquí, algunas expresiones como “tiempo perdido”, “tiempo libre”, “tiempo útil”.
- [26] **Carrière, J.-C.**, As perguntas da esfinge, En: *O fim dos tempos* (Orgs. C. David, F. Lenoir e J.-P. Tonnac), Lisboa, Terramar, 1999.





- [27] **Silva, M. J.**, Qual o tempo do cuidado?, São Paulo, Edições Loyola, 2004.
- [28] **Silva, J. P.**, (2009, 14 de Março). Tempus fugit: valorizar o tempo, 2009, 14 de Marzo. Blog available: <http://profjosepereiradasilva.blogspot.com/2009/03/tempus-fugit-valorizar-o-tempo.html> [citado 8 de Maio de 2009]
- [29] **ICS - International Commission on Stratigraphy**, International stratigraphic chart, 2009. Available: <http://www.stratigraphy.org/upload/ISChart2008.pdf> [citado 5 de Agosto de 2009]
- [30] **Fairchild, T. R., Teixeira, W. and Babinski, M.**, Em busca do passado do planeta: tempo geológico. En: Decifrando a Terra (Orgs. W. Teixeira *et. al.*), São Paulo, Oficina de Textos, 2000.
- [31] Houtermans (Universidad de Göttingen) y Patterson (California Institute of Technology) han trabajado cada uno en su sitio sin conocimiento del desarrollo de la investigación del otro. Sin embargo tienen el mérito de haberen sido los dos a obtener valores tan semejantes a los actuales como también han sido ellos los primeros a tener la idea en asociar la formación de La Tierra con la de los meteoritos suponiendo una afinidad genética. **Houtermans, F. G.**, Determination of the age of the Earth from the isotopic composition of meteoric lead, *Nuovo cimento*, 10(12), 1623-1633, 1953; **Patterson, C. C.**, Age of meteorites and the Earth. *Geochimica and cosmochimica Acta*, 10, 230-237, 1956.
- [32] **Tera, F.**, Aspects of isochronism. En: Pb isotope systematic – application to planetary evolution. *Geochimica and cosmochimica Acta*, 45, 1439-1448, 1981.
- [33] **Frodeman, R.**, *Geo-logic. Breaking ground between philosophy and the earth sciences*, New York, New York State University of New York Press, 2003.



## **DEEP TIME: FROM THE COMPLEXITY OF THE CONCEPT, TO THE IMPLEMENTATION AND ASSESSMENT OF CURRICULUM MATERIALS, TOWARDS THE DEVELOPMENT OF CITIZENSHIP**

LUÍS MARQUES<sup>1</sup>, GRAÇA MONTEIRO<sup>2</sup>, MARGARIDA MORGADO<sup>3</sup>, DORINDA REBELO<sup>4</sup>,  
JORGE BONITO<sup>5</sup>, JORGE MEDINA<sup>6</sup>, LUÍSA MARTINS<sup>7</sup>

(1) Universidade de Aveiro, [luis@ua.pt](mailto:luis@ua.pt); (2) Escola Secundária Alcaides de Faria (Barcelos), [gracamonteiro88@hotmail.com](mailto:gracamonteiro88@hotmail.com); (3) Escola Secundária de Viriato (Viseu), [morgadommargarida@gmail.com](mailto:morgadommargarida@gmail.com); (4) Escola Secundária de Estarreja, [dorinda.rebelo@gmail.com](mailto:dorinda.rebelo@gmail.com); (5) Universidade de Évora, [jbonito@uevora.pt](mailto:jbonito@uevora.pt); (6) Universidade de Aveiro, [jmedina@ua.pt](mailto:jmedina@ua.pt); (7) Escola Secundária Alves Martins (Viseu), [luisalopesmartins@gmail.com](mailto:luisalopesmartins@gmail.com)

This paper, with its roots from an earth science education research project, is divided in three parts: (i) guidelines of the project and a short reflection about the nature of time with educational implications; (ii) results of the implementation and assessment of new curriculum materials for 12/13 and 17/18 year olds; (iii) final considerations, mainly related to citizenship.

### **Introduction**

*Geology at School and University: Geology and Civilization* the name given to this scientific event. The authors assume that:

- . geology is related to a certain understanding of the totality of the Earth and this can be achieved by examining the history of the way ideas on the subject have been developed - mostly all the short analysis, with an occasional big synthesis. So, citizens need historical records to know, whether or not, our Planet is becoming healthier or is in mortal decline;
- . civilization is an advanced state of intellectual, cultural, and material development in human society, marked by progress in the arts and sciences, the extensive use of record-keeping, including writing, and the appearance of complex political and social institutions;
- . school and university must help the development of independent thinkers, effective communicators and multifaceted citizens.





There's no doubt about the potential of complex concept of time both for the achievement of a holistic perspective and for the development of attitudes and values by the learners.

### **Guidelines of the project and short reflection about the nature of time with educational implications**

This project in quest for factors which influence the understanding of the complex curricular concept of time by students and the consequences of this concept for both the design of science curricular materials and the development of a cultural dimension responsible for the development of citizenship.

The ontological statute of time, its relation with space and its cognoscibility is, undoubtedly, one of core philosophical problems. Scientific speech also reveals deep concerns with a reflection about time, which results in a connection between philosophical and scientific thoughts.

To Aristotle, platonic eternity is expressed with time succession – *number of movement according to the before and the after* (Klein, 2007).

With the scientific revolution dawns a time conception substantially different (Coveney & Highfield, 1992), defended by Galileo Galilei in an abstract perspective, seen as a parameter that is valid to all kinds of movement and not only for the rigid one as Aristotle thought. For Newton, time loses this transcendence, flowing without any relation with the exterior. With Einstein, time will be affected by matter and energy, and susceptible of being manipulated.

Geologists treat all kinds of geological processes and most of them are slow reflecting the pace at which the heat engine works. James Hutton was the first scientist to understand the profound significance of relative time in Geology and Charles Lyell realized that the slowness of processes like



erosion implied that relative geological time must equate to truly vast and amounts of absolute time.

These routes – relative and absolute time - strongly influence the geological reasoning, geologists' procedures, teachers' strategies and students' learning. Citizens' beliefs, attitudes and values development are also close to these temporal relations.

### **Results of the implementation and assessment of new curriculum materials for 12/13 and 17/18 year olds**

The approach of the concept of Geological Time, based on new educational material, was initiated on a diagnosis of ideas and conceptions of 12-13 years old students, through a questionnaire. The analysis and interpretation of information gathered in the questionnaires, the reflection developed by the staff of the project and some bibliographic data resulted in the conceptualization phase of curriculum materials that seek to diminish difficulties found and the identified needs.

New educational materials represent a diverse set of learning situations with problematizing issues, conducting to a holistic share of knowledge and experiences on various geological events, commencing the main question: *How does the interpretation of Earth history may help to understand the concept of geological time?*

Curriculum materials, detailed at the presentation of the paper, covered five themes: Your story; The story of man; Earth and life history; Man and evolution of planet Earth; Time of consciousness on evolution. A guideline sub-question was defined for each theme, which intended to look for responses through the proposed set of activities (eg, information analysis, data interpretation, debate/discussion/reflection, among others).



New curriculum materials were implemented with students of 12-13 years old, by three Natural Sciences teachers in the same school. Later the same materials were applied in 17/18 years old students by another teacher.

The implementation of these materials took about 10 hours for 12/13 years old and about 6 hours for 17/18 years old students. The adopted strategies have been mainly designed within a teaching inquiry framework. It was requested to the students a final work where they should tell the history of the planet. About this, the authors can say that there was some difficulty in younger students to get into a relationship of Earth's history, compared to the older students. However, the most important events, as those that serve as a dividing line between the different geological eras, have always been appointed. Through this scenario, in which students realized that the most significant events were used to organize and divide such a large time span, we can say that student's mindset suffered a qualitative leap. That is, the students were aware of the significant events that occurred through Earth's history, which include extinctions and the emergence of new forms of life and have developed a consciousness that they have an important role as a citizen responsible for preservation of our planet, and may thus indelibly mark the scale of geological time.

Later, both students group recognized that the curricular materials have been diversified and motivating, which has contributed to a better understanding of Earth history, and the concept of geological time - *These materials gave another idea of Geological Time, not only factual but also interesting and easy to analyze critically some related issues* (St8). They also considered that these new materials have enabled the articulated and integrated use of concepts from various disciplines, thus meaning that the strategies implemented have contributed to an improvement of the teaching/learning process.





17/18 years old students, after the implementation of new curricular materials, devised an exhibition entitled *Dialogues with Earth*. With this activity, they caught the educational community attention to the main geological, climatic and biological processes that occurred throughout Earth's history and aroused the need to assume a more active role in preserving the Planet. Students boosted the exhibition and school opened doors to all the educational community. Those hundreds of citizens that visited their work were confronted with questions like: Will we be able to inhabit the Earth wisely? How we fulfil the duty of preserving our planet? We believe that each visitor reflected on those questions, giving them the will to be more active and interventionist in the preservation of our Planet.

### **Final considerations**

Looking out the work we developed, beginning at the construction, and following to the implementation and evaluation of these materials, we can say that beyond the central theme, geological time, it was its holistic dynamics, the rationale of this project. We intend, form a basic issue of Geology, to give students a perspective not only of scientific knowledge, but also of citizenship. We believe this approach to the subject of Geology, by geological time issue, quite difficult to the comprehension, summoned students to new challenges, once they reflected on their own conduct as citizens of a Planet with about 4600 million years.

The implementation of the materials we worked on, to a set of students from 12/13 and 17/18 years old, demonstrates that the curricular approach of complex concepts, such as the geological time, does not fall into a reductive perspective of education. These complexities inherent to some concepts need to develop a multidimensional and multidisciplinary approach, where innovative curricular materials can act as a facilitator of a more holistic thinking and culturally enriching. It is expectable that



adequate approaches inherent to time, help to structure the best geological reasoning, thus contributing to the development of a more critical citizenship.

## **Bibliography**

Coveney, P. & Highfield, R. (1992). *La flecha del tiempo*. Barcelona: Plaza y Janés.

Klein, E. (2007). *O Tempo de Galileu a Einstein*. Lisboa. Caleidoscópio Editora.



## O TEMPO GEOLÓGICO E A APRENDIZAGEM DA GEOLOGIA: CONCEPÇÕES DE ALUNOS DO 7.º ANO DO ENSINO BÁSICO (12-13 ANOS)

### *Geological time and the learning of Geology: students' conceptions (12-13 years old)*

Margarida Morgado (1), Dorinda Rebelo (2), Graça Monteiro (3), Jorge Bonito (4), Jorge Medina (5), Luís Marques (6), Luísa Martins (7)

(1) Escola Secundária de Viriato (Viseu), morgadommargarida@gmail.com

(2) Escola Secundária de Estarreja, dorinda.rebelo@gmail.com

(3) Escola Secundária Alcides de Faria (Barcelos), gracamonteiro88@hotmail.com

(4) Universidade de Évora, jbonito@uevora.pt

(5) Universidade de Aveiro, jmedina@ua.pt

(6) Universidade de Aveiro, luis@ua.pt

(7) Escola Secundária Alves Martins (Viseu), luisalopesmartins@gmail.com

### RESUMO

Este trabalho insere-se no projecto “*Deep time in schooling: contributions of students' perceptions for the development of scientifically literate citizens*”, que decorre no Centro de Investigação Didáctica e Tecnologia na Formação de Formadores, da Universidade de Aveiro (Portugal), envolvendo investigadores em geologia e em didáctica das ciências das universidades portuguesas de Aveiro e de Évora e professores de biologia e geologia de várias escolas públicas dos ensinos básico e secundário. Com esta comunicação pretende-se contribuir para a reflexão sobre a complexidade do conceito de tempo, nas suas vertentes filosófica e científica, reconhecendo-se a consequente necessidade de proceder ao aprofundamento da investigação no âmbito do ensino e da aprendizagem desta temática. São apresentados alguns resultados sobre concepções de alunos do 3.º ciclo do ensino básico (12-13 anos), nomeadamente, em relação à importância que os alunos atribuem ao “tempo” na aprendizagem da geologia.

### ABSTRACT

This study was carried out within the context of the Project *Deep time in schooling: contributions of students' perceptions for the development of scientifically literate citizens*, being developed at the *Centro de Investigação Didáctica e Tecnologia na Formação de Formadores*, on the University of Aveiro (Portugal), and involves not only Geology and Didactic of Science investigators from portuguese universities, as Aveiro and Évora, but also Biology and Geology teachers of basic and secondary level from several public schools. This communication intends to give way to a deeper reflection about the complexity of time itself, in its philosophical and scientific aspects, recognizing the need to carry on with this investigation under teaching-learning this subject. Included in this paper are some results of students' conceptions about the importance they give to “time”, in Geology learning.

**Palavras-chave:** Tempo geológico; complexidade; concepções de alunos; ensino básico

**Key words:** *Deep time, complexity, students' perceptions, basic education.*





## 1. INTRODUÇÃO

O projecto de investigação que enforma esta comunicação tem como objectivos: a) identificar factores sociais e cognitivos que influenciam as concepções sobre tempo geológico; b) analisar o modo como o ambiente físico de uma pessoa afecta as suas concepções e a sua conceptualização em relação ao conceito de tempo geológico; c) desenvolver um quadro teórico que permita compreender as concepções sobre tempo geológico; d) apresentar sugestões para o desenvolvimento de estratégias e de materiais curriculares capazes de influenciar as concepções dos alunos sobre a história da Terra; e) fornecer condições que permitam reconhecer que há tópicos das ciências da Terra que assumem um papel relevante no desenvolvimento de cidadãos cientificamente literados.

A presente comunicação remete para uma reflexão sobre a natureza do conceito de tempo e apresenta alguns indicadores obtidos a partir da aplicação de um instrumento de recolha de dados concebido com o intuito de obter dados que permitissem caracterizar as concepções de alunos do 3.º ciclo do ensino básico (12-13 anos) acerca da temática do tempo geológico. Procura-se contribuir para melhorar as respostas às necessidades de formação contínua dos professores de geologia através da conceptualização, organização e acompanhamento do processo de ensino, ao nível da temática curricular do tempo geológico.

## 2. O TEMPO GEOLÓGICO, UM CONCEITO COMPLEXO COM RELEVÂNCIA CURRICULAR

O tempo geológico é um conceito que assume particular relevância no ensino e na aprendizagem das ciências (Alegret, Meléndez & Trallero, 2001), influenciando o estudo de áreas como a evolução biológica, a cosmologia, a ecologia, a geologia, entre outras. Compreender conceitos como o de fóssil e o de estrato, que fazem parte de realidades presentes e de realidades que existiram no passado, implica posicioná-los numa escala cronológica (Escribano Ródenas, 2008). De igual modo, a compreensão destes conceitos



influencia a cultura científica dos alunos, podendo ajudá-los a assumirem uma cidadania mais consciente, interventiva e fundamentada, participando em debates sobre problemas ambientais, que têm cada vez mais presente a perspectiva temporal em relação à ocorrência de acontecimentos como, por exemplo, o aquecimento global e a alteração do nível do mar (Trend, 2005).

Reflectir sobre o tempo geológico remete-nos para o questionamento sobre o conceito de tempo. O que é o “tempo”? Para cada um de nós é uma evidência familiar e a experiência comum parece bastar para não duvidarmos da sua existência. O senso comum diz que pouco haverá tão óbvio como o tempo, já que o podemos quantificar, efectuar previsões do quotidiano e separá-lo cronologicamente em ontem, hoje e amanhã. No entanto, podemos questionar se a quantificação do tempo não corresponde à sua própria dissimulação, por detrás de uma mobilidade absolutamente regular. Parece-nos que será difícil enfrentar maior complexidade do que a que encontramos quando pretendemos clarificar a natureza do tempo.

Santo Agostinho (2010) ao reflectir sobre o conceito de tempo refere “Se ninguém me perguntar, eu sei; se o quiser explicar a quem me fizer a pergunta, já não sei” (Livro XI, 14, pp. 310). A reflexão sobre esta temática remete-nos até aos filósofos pré-socráticos, os quais articulavam a pergunta sobre a totalidade da existência com o tempo, que se assume como elemento que impõe a ordem e que nos transporta às origens. Na filosofia de Platão, o tempo – *a imagem móvel da eternidade imóvel* (Klein, 2007) – desenvolve-se em ciclo, tendo subjacente a periodicidade das marés, os solstícios ou as estações do ano. Em Aristóteles, a eternidade platónica é expressa com o suceder do tempo – *o número do movimento de acordo com o antes e o depois* (idem 2007).

Com a revolução científica emerge uma concepção de tempo substancialmente distinta (Coveney & Highfield, 1992), em que este é visto como um parâmetro que vale para todo o tipo de movimento e não só para o uniforme, como pensava Aristóteles. É desta forma que



tempo, espaço e matéria passam a ser os três grandes conceitos da física moderna clássica – o mecanicismo. A análise do tempo passa a ser centrada num contexto físico e encarado como uma realidade transcendente ou como uma relação. Para Newton tempo e espaço não são mais meras categorias dos corpos, são independentes deles e movem-se no respectivo contexto. O carácter absoluto do tempo em Newton é dominante na filosofia moderna, inclusive de Kant que, contudo, introduz uma nova inflexão no modo de considerar a situação – a completa independência do tempo em relação às coisas que nele ocorrem. Com Einstein, o tempo passa a ser percebido como estando afectado pela matéria e energia, podendo ser como que manipulado.

Embora reconhecendo o esforço de aprofundamento efectuado, tanto pela filosofia, como pela ciência, o Homem tem procurado conviver com o tempo através das percepções sobre ele desenvolvidas, estabelecendo no interior do próprio tempo, múltiplas variedades – tempo para pensar, tempo para intervir, tempo para partilhar, tempo para ser. Curiosamente, a expressão anglo-saxónica *deep time* está centrada no entendimento de que o Universo existe desde há muito, enquanto o aparecimento da humanidade se confina aos últimos segundos do metafórico relógio geológico, tendo esta situação, como já foi referido, implicações ao nível da cosmologia, da biologia, da ecologia e, obviamente, das ciências da Terra.

A complexidade da temática do tempo estende-se à educação em ciência, e em particular à educação em geologia (Sequeiros, Pedrinaci & Bergillos, 1996), espelhada em numerosos estudos que têm vindo a ser efectuados (Marques & Thompson, 1997; Dodick & Orion, 2003; Escribano Ródenas, 2008; Bonito *et al.*, 2010). Eles reforçam o facto da abordagem do tempo ser uma tarefa cognitivamente exigente, dificultando a apropriação, por parte dos alunos, do conceito de tempo geológico.

A reflexão sobre o conceito de tempo e o reconhecimento da sua imensidão assumem-se como fundamentais para o enriquecimento de um pensamento que permite integrar o impacte





dos imperceptíveis e lentos processos, como por exemplo sucede no âmbito da geomorfologia, na história da Terra.

### 3. ELABORAÇÃO E APLICAÇÃO DO QUESTIONÁRIO

Dado tratar-se de um estudo exploratório considerámos que o questionário era o instrumento mais adequado para a recolha de dados que nos permitissem caracterizar as concepções de alunos sobre o conceito de tempo. Com base na pesquisa bibliográfica efectuada (Dodick & Orion, 2003; Trend, 2005) e na reflexão dos investigadores deste projecto, estabelecemos um enquadramento que nos permitiu conceber o instrumento de recolha de dados utilizado, que visa atingir os objectivos apresentados na Tabela I, validá-lo e implementá-lo num estudo piloto e num estudo principal.

**Tabela I** – Objectivos das perguntas do questionário.

Objectivos	Perguntas do questionário (Parte II)
<b>1. Diagnosticar as concepções dos alunos acerca do conceito de tempo</b>	1; 1.1; 2.1; 2.2; 3; 4.1; 5; 6.1; 6.2; 4.2; 4.2.1; 7; 7.1; 9
<b>2. Identificar os factores que condicionam a compreensão do conceito de tempo geológico</b>	11.3; 11.5 11.1; 11.2; 11.8; 11.10
<b>3. Diagnosticar a importância que os alunos atribuem ao “tempo” na aprendizagem da Geologia</b>	8; 10; 11.4; 11.6; 11.7; 11.9

A amostra envolvida no estudo principal era constituída por 432 alunos, que no ano lectivo de 2008-2009 frequentavam o 7.º ano de escolaridade (12-13 anos) em vinte e uma escolas do ensino público das zonas Centro e Norte de Portugal.

### 4. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Nesta comunicação apresentamos os resultados obtidos relativamente ao objectivo 3, que nos permitem explicitar as concepções dos alunos acerca da importância que atribuem ao “tempo” na aprendizagem da Geologia, tendo os indicadores obtidos relativamente aos objectivos 1 e 2 sido apresentados em trabalhos anteriores (Bonito *et al.*, 2010).





No tratamento da informação tivemos em conta o objectivo definido e recorremos ao método *análise estatística descritiva* para tratar os dados recolhidos. Utilizámos o programa SPSS (versão 16) como instrumento de trabalho orientado para a introdução, a organização, a análise e a apresentação dos resultados obtidos.

Analísámos os dados obtidos em três perguntas de estimação do questionário:

- pergunta 8, que visava conhecer as concepções de alunos acerca do tempo que consideram que demoram determinados fenómenos geológicos a ocorrer (vulcanismo, erosão de uma montanha e actividade sísmica);
- pergunta 10, com dez itens avaliados numa escala de resposta de quatro pontos (*desacordo absoluto, desacordo parcial, acordo parcial e acordo absoluto*) e que procurava conhecer a opinião de alunos relativamente à pertinência que atribuem ao tempo geológico para a compreensão de fenómenos e mecanismos geológicos;
- pergunta 11, com quatro itens considerados (11.4, 11.6, 11.7, 11.9) e que foram avaliados numa escala de resposta de quatro pontos (*desacordo absoluto, desacordo parcial, acordo parcial e acordo absoluto*), visando diagnosticar as dificuldades sentidas pelos alunos na aprendizagem do conceito de tempo geológico.

Nas subsecções seguintes damos conta do tratamento dos dados efectuado e procedemos à análise e discussão dos resultados obtidos. No decorrer da análise efectuada procurámos que a reflexão fosse uma prática constante, sistemática e permanente, procurando que dela emergisse um fecundo sentido de orientação e um permanente redimensionamento da análise efectuada.

#### **4.1. Tempo de duração de alguns acontecimentos geológicos**

As concepções dos alunos acerca do tempo que demoram determinados fenómenos geológicos a acontecerem foram diagnosticadas na pergunta 8, que pedia para se estabelecer a associação entre uma escala de tempo dada e imagens com três acontecimentos de natureza geológica: A - Formação de uma ilha vulcânica; B - Erosão de uma montanha; C - Actividade



sísmica. Foi considerada a seguinte escala de tempo: I - De um dia até um mês; II - De um mês a um ano; III - De um ano a dez anos; IV - De dez anos a mil anos; V - De mil anos a um milhão de anos; VI - Mais de um milhão de anos.

As Tabelas II e III apresentam a percentagem de respostas dos inquiridos relativamente ao tempo que consideram que foi necessário para que a formação de uma ilha vulcânica tivesse ocorrido.

**Tabela II** – Percentagem de resposta dos alunos relativamente ao estabelecimento da correspondência entre a escala do tempo e a formação de uma ilha vulcânica.

Tipo de resposta	n	%
Diferente da versão científica	229	65,8
De acordo com a versão científica	119	34,2

**Tabela III** – Percentagem de resposta dos alunos relativamente à escala de tempo seleccionada para a formação de uma ilha vulcânica.

Escala de tempo	n	%
I – De um dia até um mês	25	7,1
II – De um mês a um ano	44	12,5
III – De um ano a dez anos	54	15,3
IV – De dez anos a mil anos	77	21,9
V – De mil anos a um milhão de anos	97	27,6
VI – Mais de um milhão de anos	55	15,6

Esta pergunta teve cerca de 20% de não respostas. Verificamos que apenas cerca de 34% dos inquiridos estabelece a correspondência esperada entre a escala do tempo e o fenómeno de vulcanismo representado. A análise dos resultados obtidos evidencia que cerca de 65% dos alunos considera que a formação de uma ilha vulcânica ocorreu durante um longo período de tempo (duração superior a 10 anos) e 35% considera que o referido acontecimento é rápido no tempo (duração inferior a 10 anos).

As Tabelas IV e V apresentam a frequência de resposta dos inquiridos relativamente ao tempo que consideram que foi necessário para que tivesse ocorrido a erosão de uma montanha.

**Tabela IV** – Percentagem de resposta dos alunos relativamente ao estabelecimento da correspondência entre a escala do tempo e a erosão de uma montanha.

Tipo de resposta	n	%
------------------	---	---



De acordo com a versão científica	<b>222</b>	<b>64,5</b>
Diferente da versão científica	122	35,5

**Tabela V** – Percentagem de resposta dos alunos relativamente à escala do tempo seleccionada para a ocorrência da erosão de uma montanha.

<i>Escala de tempo</i>	<i>n</i>	<i>%</i>
I – De um dia até um mês	8	2,3
II – De um mês a um ano	22	6,2
III – De um ano a dez anos	33	9,3
IV – De dez anos a mil anos	69	19,4
V – De mil anos a um milhão de anos	125	35,2
VI – Mais de um milhão de anos	98	27,6

Seguindo a tendência da resposta dada na questão anterior, 20,4% dos inquiridos não respondeu a esta pergunta. A análise dos dados permite constatar que 64,5% dos alunos estabelece a correspondência esperada entre a escala do tempo e a erosão de uma montanha. Permite, também, constatar que é maior a percentagem de alunos que considera que a erosão de uma montanha ocorreu durante um período longo de tempo (duração superior a mil anos), com cerca de 63% de escolhas, que a que opina que o referido acontecimento geológico é rápido no tempo (duração inferior a mil anos) (37%).

As Tabelas VI e VII apresentam a frequência de resposta dos inquiridos relativamente ao tempo que consideram que foi necessário para que um sismo ocorresse.

**Tabela VI** – Percentagem de resposta dos alunos relativamente à correspondência entre a escala do tempo e a ocorrência de um sismo.

<b>Tipo de resposta</b>	<b>n</b>	<b>%</b>
De acordo com a versão científica	<b>235</b>	<b>66%</b>
Diferente da versão científica	121	34%

**Tabela VII** – Percentagem de resposta dos alunos relativamente à escala do tempo seleccionada para a ocorrência de um sismo.

<b>Escala de tempo</b>	<b>n</b>	<b>%</b>
I – De um dia até um mês	<b>235</b>	<b>66%</b>
II – De um mês a um ano	36	10,1%
III – De um ano a dez anos	31	8,7%
IV – De dez anos a mil anos	33	9,3%
V – De mil anos a um milhão de anos	12	3,4%





VI – Mais de um milhão de anos	9	2,5%
--------------------------------	---	------

Cerca de 17,6% dos inquiridos não respondeu a esta questão. Constatamos que 66% dos alunos estabelece a correspondência esperada entre a escala do tempo e a duração da actividade sísmica, considerando que a actividade sísmica ocorreu durante um período curto de tempo (duração inferior a um mês).

A interpretação dos resultados obtidos permite aproximar-nos das concepções dos alunos acerca do tempo que consideram que demoram a ocorrer determinados acontecimentos geológicos (vulcanismo, erosão de uma montanha e actividade sísmica) e extrair as seguintes evidências:

- a) Existe um reconhecimento explícito, para a maioria dos alunos, de que os sismos são acontecimentos geológicos que ocorrem num curto período de tempo (66%) e que a erosão de uma montanha é um acontecimento que demora muito tempo a ocorrer. Possivelmente, a ocorrência de um sismo, devido a influências sociais obtidas através da cobertura dada pela comunicação social, facilita a sua classificação como um fenómeno geológico rápido. A erosão das montanhas é explicada aos alunos, pelos professores de Ciências, como um fenómeno muito lento provocado pela acção dos agentes erosivos. Assim, estes dois acontecimentos geológicos são compreendidos pela maioria dos alunos, no que respeita à sua percepção temporal. Na concepção de materiais didácticos não se pode descurar, no entanto, a percentagem de alunos que não responderam correctamente a estas questões;
- b) Os alunos revelam mais dificuldades na associação correcta do tempo que demoram acontecimentos geológicos lentos (64,5% de respostas de acordo com a versão científica) do que na associação correcta do tempo que demoram acontecimentos geológicos rápidos (66%). Esta diferença pode estar relacionada com o facto de para alunos de 12/13 anos, cujo pensamento formal ainda está em desenvolvimento, ser difícil e complexo libertarem-se de conceitos práticos para passarem a conceitos abstractos;





c) Os alunos revelam dificuldades em estabelecer a associação esperada na duração de fenómenos de vulcanismo (34%), uma vez que consideraram que ocorreram durante um intervalo longo de tempo (duração superior a 10 anos) (65%). Perante os resultados obtidos questionamo-nos acerca do facto da maioria dos alunos ter considerado todo o processo de formação de um vulcão. Se tal se verificou, então os resultados obtidos nesta questão justificam a necessidade de uma reestruturação futura da pergunta. Se os alunos não consideraram o processo de formação do vulcão e consideraram que os fenómenos eruptivos são muito demorados, então este é um dado importante a ter em consideração aquando da concepção de materiais didácticos;

d) A ausência de resposta em percentagens variáveis entre 17 e 20%, leva-nos a pensar que esta pergunta levantou aos alunos dificuldades de alguma natureza, necessitando de ser reformulada num futuro questionário que venha a ser aplicado numa amostra mais alargada.

#### 4.2. Importância atribuída ao “tempo” na compreensão de fenómenos geológicos

De modo a conhecermos a opinião dos inquiridos relativamente à pertinência que atribuem ao tempo geológico na compreensão de fenómenos e mecanismos geológicos, formulámos a pergunta 10, onde foi solicitado aos alunos que manifestassem o seu grau de concordância relativamente a um conjunto de proposições dadas. Os resultados obtidos permitiram construir a Tabela VIII.

**Tabela VIII** – Distribuição das percentagens de alunos que manifestam concordância absoluta ou parcial nas proposições da pergunta 10.

Proposições	Resultado de concordância (acordo parcial e acordo absoluto)
O tempo geológico...	
10.1. ... permite compreender a tectónica de placas.	63,9 %
10.2. ... permite contabilizar a precipitação de uma determinada região.	53,9 %
10.3. ... permite compreender o desaparecimento dos dinossauros.	73,1 %
10.4. ... não permite compreender a evolução da vida na Terra.	41,6 %
10.5. ... permite explicar a formação de montanhas.	67,5 %
10.6. ...permite medir a variação da temperatura diária de uma determinada região.	55,6 %



10.7. ... permite prever a erupção de um vulcão.	59,7 %
10.8. ... permite explicar a formação do oceano Atlântico.	64,8 %
10.9. ... não permite explicar a diferença da biodiversidade existente na Austrália, relativamente aos outros continentes.	43,6 %
10.10. ... não permite prever a ocorrência de um sismo.	56,6 %

Esta pergunta não foi respondida por 4-6% dos inquiridos. Verificamos que mais de 40% dos alunos manifesta um *acordo parcial* ou *absoluto* relativamente ao facto de considerarem que o tempo geológico não permite a compreensão da evolução da vida na Terra (item 10.4), nem explicar a biodiversidade existente na Austrália, relativamente a outros continentes (10.9). Por outro lado, mais de 50% manifesta *acordo parcial* ou *absoluto* ao reconhecer o contributo que o conceito de tempo geológico pode dar para a compreensão de diversos fenómenos e mecanismos geológicos (itens 10.1, 10.3, 10.5, 10.7 e 10.8). Uma percentagem semelhante de alunos considera que o conceito de tempo geológico não permite prever a ocorrência de um sismo (item 10.10), mas pode dar um contributo importante para a contabilização da precipitação (item 10.2) e da variação de temperatura de uma determinada região (item 10.6). A análise e interpretação dos dados obtidos nesta pergunta permite caracterizar algumas concepções dos alunos relativamente à importância que atribuem ao tempo geológico para a compreensão de fenómenos e de mecanismos geológicos e extrair as seguintes evidências:

- a) O tempo geológico é importante para compreender fenómenos e mecanismos geológicos diversificados (tectónica de placas, desaparecimento dos dinossauros, formação de montanhas, entre outros). Deste modo, podemos considerar que os alunos, em termos globais, associam fenómenos geológicos com morosidade geológica;
- b) Os alunos não dominam, por completo, o conceito de tempo geológico, uma vez que consideram que este é importante para compreender fenómenos geográficos, como a contabilização da precipitação e a variação de temperatura de uma dada região. Consideramos que nesta resposta os alunos podem ter associado estes fenómenos



geográficos ao termo “tempo”, que em linguagem corrente é utilizado para designar o clima de uma região;

c) O tempo geológico permite compreender a evolução da vida na Terra e permite explicar a diferença de biodiversidade existente na Austrália, relativamente aos outros continentes.

Neste ponto, salientamos a compreensão que os alunos têm do conceito de evolução das espécies, abordada para o género *Homo* na disciplina de História.

### 4.3. Dificuldades sentidas na aprendizagem do conceito de tempo geológico

De modo a obtermos dados que permitissem diagnosticar as concepções dos alunos relativamente às dificuldades que sentem na aprendizagem do conceito de tempo geológico formulámos a pergunta 11, onde era solicitado aos alunos que assinalassem o seu grau de concordância relativamente a um conjunto de proposições dadas (11.4, 11.6, 11.7 e 11.9). Os resultados obtidos permitiram construir a Tabela IX.

**Tabela IX** – Distribuição da percentagem de alunos que manifestam concordância absoluta ou parcial em algumas proposições da pergunta 11.

Proposições	Resultado de concordância (acordo parcial e acordo absoluto)
O tempo geológico...	
11.4. ... dificulta a compreensão de fenómenos geológicos (ex. formação e erosão de montanhas, ...).	56,1 %
11.6. ... é dispensável na aprendizagem da Geologia.	45,9 %
11.7. ... dificulta a compreensão da história da Terra.	54,9 %
11.9. ... ajuda a compreender os acontecimentos da pré-história.	74,0 %

Uma percentagem variável entre 5-6% dos inquiridos não respondeu a esta pergunta. Na análise dos resultados obtidos podemos identificar nos alunos três tipos de posições: cerca de 56% reconhece que o conceito de tempo geológico dificulta a compreensão de fenómenos geológicos e que dificulta a compreensão da história da Terra; cerca de 46% considera que o tempo geológico é dispensável na aprendizagem da Geologia; 74% é de opinião que o tempo geológico ajuda a compreender os acontecimentos da pré-história.

A análise e a interpretação dos resultados obtidos neste estudo exploratório permitem extrair os seguintes indicadores:





- a)** Os sismos são reconhecidos pelos alunos como sendo acontecimentos geológicos que ocorrem num curto período de tempo, ao contrário do vulcanismo e da erosão de uma montanha que demoram mais tempo a ocorrerem;
- b)** Há mais dificuldades na associação correcta do tempo que demoram acontecimentos geológicos lentos (erosão de uma montanha) do que na associação correcta de acontecimentos geológicos rápidos (sismo);
- c)** O tempo geológico é considerado relevante para a compreensão de fenómenos e de mecanismos geológicos. Os alunos valorizam a importância do conceito de tempo geológico na compreensão de fenómenos geológicos que ocorreram no passado na Terra (tectónica de placas, desaparecimento dos dinossauros, formação de montanhas, formação do oceano Atlântico). Porém, metade dos alunos considera que o tempo geológico não é importante na previsão da ocorrência de acontecimentos relacionados com a história da Terra;
- d)** Existem dificuldades na compreensão do conceito de tempo geológico. Os alunos consideram que é um conceito complexo, que dificulta a compreensão de fenómenos geológicos e da história da Terra, sendo, por isso, considerado dispensável na aprendizagem da Geologia. Dado que não existe uma clarificação nos alunos do conceito de tempo geológico, este é referido como importante para ajudar a compreender os acontecimentos da pré-história (74%);
- e)** Os indicadores obtidos permitem reconhecer que os alunos atribuem importância ao conceito de tempo geológico na aprendizagem da Geologia, apesar de não existir uma clarificação correcta do próprio conceito, o que leva a que o associem a fenómenos que não estão relacionados com acontecimentos geológicos (contabilização da precipitação e variação de temperatura de uma dada região).





## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os indicadores que emergiram da análise dos resultados obtidos nesta investigação levam-nos a reflectir acerca das dificuldades que os alunos sentem na compreensão do conceito de tempo geológico e na sua valorização na interpretação de acontecimentos e fenómenos geológicos. Consideramos, por isso, que se torna pertinente continuarmos a aprofundar este projecto de investigação, no sentido de podermos ajudar os alunos a clarificarem o conceito de tempo geológico e a valorizarem a sua importância na compreensão da história da Terra. Uma forma de podermos dar o nosso contributo passa pela concepção e implementação de materiais didácticos que integrem actividades práticas diversificadas (de pesquisa, laboratoriais, experimentais, de campo, entre outras), que promovam a compreensão da complexidade do conceito de tempo geológico e o integrem na interpretação de fenómenos e acontecimentos geológicos.

Consideramos, também, que é necessário que a temática do tempo geológico passe a ser abordada e aprofundada na formação contínua de professores de geologia, dado que a abordagem curricular de conceitos complexos, como é o caso do conceito de tempo geológico, não se coaduna com perspectivas redutoras do ensino da geologia. Requer o desenvolvimento de perspectivas integradoras dos fenómenos e acontecimentos geológicos, marcadas por um permanente sentido crítico e para uma atitude de questionamento sistemático relativamente à sua integração na história da Terra. Deste modo os alunos podem compreender a complexidade inerente ao conceito do tempo geológico, valorizando a sua importância na aprendizagem da geologia e no seu próprio crescimento pessoal.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALEGRET, L; MELÉNDEZ, A. & TRALLERO, V. (2001). Didáctica del tiempo en Geología: apuntes en internet. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 9 (3), 261-269.
- BONITO, J.; MCDADE, G.; REBELO, D.; MORGADO, M.; MARTINS, L.; MEDINA, J. & MARQUES, L. (2010). Desafio da formação de professores em Portugal: dois estudos no



## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os indicadores que emergiram da análise dos resultados obtidos nesta investigação levam-nos a reflectir acerca das dificuldades que os alunos sentem na compreensão do conceito de tempo geológico e na sua valorização na interpretação de acontecimentos e fenómenos geológicos. Consideramos, por isso, que se torna pertinente continuarmos a aprofundar este projecto de investigação, no sentido de podermos ajudar os alunos a clarificarem o conceito de tempo geológico e a valorizarem a sua importância na compreensão da história da Terra. Uma forma de podermos dar o nosso contributo passa pela concepção e implementação de materiais didácticos que integrem actividades práticas diversificadas (de pesquisa, laboratoriais, experimentais, de campo, entre outras), que promovam a compreensão da complexidade do conceito de tempo geológico e o integrem na interpretação de fenómenos e acontecimentos geológicos.

Consideramos, também, que é necessário que a temática do tempo geológico passe a ser abordada e aprofundada na formação contínua de professores de geologia, dado que a abordagem curricular de conceitos complexos, como é o caso do conceito de tempo geológico, não se coaduna com perspectivas redutoras do ensino da geologia. Requer o desenvolvimento de perspectivas integradoras dos fenómenos e acontecimentos geológicos, marcadas por um permanente sentido crítico e para uma atitude de questionamento sistemático relativamente à sua integração na história da Terra. Deste modo os alunos podem compreender a complexidade inerente ao conceito do tempo geológico, valorizando a sua importância na aprendizagem da geologia e no seu próprio crescimento pessoal.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALEGRET, L; MELÉNDEZ, A. & TRALLERO, V. (2001). Didáctica del tiempo en Geología: apuntes en internet. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 9 (3), 261-269.
- BONITO, J.; MCDADE, G.; REBELO, D.; MORGADO, M.; MARTINS, L.; MEDINA, J. & MARQUES, L. (2010). Desafio da formação de professores em Portugal: dois estudos no



âmbito das Ciências da Terra. *Memorias del 7mo Congreso Internacional de Educación Superior*. [CD-ROM] (III Taller Internacional “La formación universitaria del personal docente en el mejoramiento de la calidad de la educación”, FOR 168) La Havana: Ministerio de Educación Superior y las Universidades de la República de Cuba.

COVENEY, P. & HIGHFIELD, R. (1992). *La flecha del tiempo*. Barcelona: Plaza y Janés.

DODICK, J. & ORION, N. (2003). Measuring Student Understanding of Geological Time. *Science Education*, 87, 708-731.

ESCRIBANO RÓDENAS, M. (2008). La medida del tiempo geológico: un reto en secundaria. *Actas del XV Simposio sobre Enseñanza de la Geología*, 119-127.

KLEIN, E. (2007). O Tempo de Galileu a Einstein. Lisboa. Caleidoscópio Editora.

MARQUES, L. & THOMPSON, D. (1997). Portuguese students’ understanding at age 10/11 and 14/15 of the origin and nature of the Earth and the development of Life. *Research In Science and Technological Education*, 15, 29-51.

SANTO AGOSTINHO (2010). *Confissões*. Coleção Livros que Mudaram o Mundo. Oeiras: Público.

SEQUEIROS, L.; PEDRINACI, E. & BERGILLOS, P. (1996). Cómo enseñar y aprender los significados del tiempo geológico: algunos ejemplo. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 4 (2), 113-119.

TREND, R. (2005). Individual, situational and topic interest in geoscience among 11-and 12-year-old children. *Research Papers in Education*, 20 (3), 271-302.





# **DA COMPLEXIDADE DO CONCEITO DE TEMPO GEOLÓGICO ÀS DIFICULDADES DE ALUNOS DO 3º CICLO DO ENSINO BÁSICO**

**Dorinda Rebello<sup>1</sup>; Margarida Morgado<sup>2</sup>; Luís Marques<sup>3</sup>; Graça Monteiro<sup>4</sup>; Mário Louro<sup>5</sup>; Luísa Martins<sup>6</sup>; Jorge Bonito<sup>7</sup>; Jorge Medina<sup>8</sup>**

(1) Escola Secundária de Estarreja, dorinda.rebello@gmail.com

(2) Escola Secundária de Viriato (Viseu), morgadommargarida@gmail.com

(3) Universidade de Aveiro, luis@ua.pt

(4) Escola Secundária Alcides de Faria (Barcelos), gracamonteiro88@hotmail.com

(5) Agrupamento de Escolas Professor Carlos Teixeira (Fafe), mario.louro@gmail.com

(6) Escola Secundária Emídio Navarro (Viseu), luisalopesmartins@gmail.com

(7) Universidade de Évora, jbonito@uevora.pt

(8) Universidade de Aveiro, jmedina@ua.pt

## **Resumo**

Esta comunicação insere-se num projecto de investigação educacional<sup>i</sup> em curso, que envolve professores dos Ensinos Básico e Secundário, investigadores em Didáctica das Ciências e especialistas em Geologia. Com ele, pretende-se reflectir sobre o conceito de tempo e aprofundar a compreensão das dificuldades sentidas por alunos do 3º Ciclo do Ensino Básico relativamente ao tempo geológico para, em conformidade, conceber, desenvolver e avaliar estratégias curriculares que contribuam para a melhoria da literacia científica dos discentes.

Palavras-chave: Tempo Geológico; Complexidade; Concepções de Alunos; Ensino Básico, Avaliação.

## **1. Introdução**

O projecto de investigação que enforma esta comunicação tem como objectivos: i) identificar factores sociais e cognitivos que influenciam as concepções sobre tempo geológico; ii) analisar o modo como o ambiente físico de uma pessoa afecta as suas concepções e a sua conceptualização em relação ao conceito de tempo geológico; iii) desenvolver um quadro teórico que permita compreender as concepções sobre tempo geológico; iv) apresentar sugestões para o desenvolvimento de estratégias e de materiais curriculares capazes de influenciar as concepções dos alunos sobre a história da Terra; v) fornecer condições que permitam reconhecer que há tópicos das Ciências da Terra que assumem um papel relevante no desenvolvimento de cidadãos cientificamente literados.





A presente comunicação remete para uma reflexão sobre a natureza do conceito de tempo, aprofundando, de seguida, a discussão do instrumento de recolha de dados elaborado para compreender as concepções de alunos do 3º Ciclo do Ensino Básico acerca da temática em estudo. Pretende-se contribuir para melhorar as respostas às necessidades de formação dos professores na conceptualização, organização e acompanhamento do processo de ensino, ao nível da temática curricular do tempo geológico. Da bibliografia sobre formação de professores regista-se, por um lado, que um bom professor de ciências *should acquire a sound knowledge of scientific concepts and theories ...* (Eurydice, 2006:9) e, por outro, que mesmo em conceitos especialmente complexos é possível encontrar estratégias de envolvimento dos alunos (Cachapuz *et al.*, 2005).

## **2. O tempo, a sua complexidade e relevância curricular**

O tempo para cada um de nós é uma evidência familiar e a experiência comum parece bastar para jamais duvidarmos da sua existência. Por um lado, o senso comum diz que pouco haverá tão óbvio como o tempo, já que o podemos quantificar ou nele efectuar previsões do quotidiano e separá-lo cronologicamente em ontem, hoje e amanhã. Podemos questionar se a quantificação do tempo não corresponde à sua própria dissimulação, por detrás de uma mobilidade absolutamente regular. Parece-nos que será difícil enfrentar maior complexidade do que a que encontramos quando nos afoitamos a clarificar a natureza do tempo. É conhecida a posição de Santo Agostinho (séc. IV) referindo que, *...quando não me perguntam, sei o que é o tempo; quando me perguntam, já não sei* (Saint Augustin, 1982:123).

A natureza do tempo, isto é, o seu estatuto ontológico, a sua relação com o espaço e a sua cognoscibilidade é, sem dúvida, um dos núcleos centrais do pensamento filosófico sendo, porventura, lícito assinalar que toda a ontologia clássica se traduziu numa filosofia do tempo. Também o discurso científico manifesta preocupações com a reflexão sobre o tempo, servindo este de ligação entre os pensamentos filosófico e científico.

A reflexão sobre esta temática é já encontrada nos filósofos pré-socráticos, os quais articulavam a pergunta sobre a totalidade da existência com o tempo que é, afinal, o elemento que impõe a ordem e que nos transporta às origens. Na filosofia de Platão, o tempo – *a imagem móvel da eternidade imóvel* (Klein, 2007) – desenvolve-se em ciclo, tendo subjacente a periodicidade das marés, os solstícios ou as estações do ano. Em



Aristóteles, a eternidade platónica é expressa com o suceder do tempo – *o número do movimento de acordo com o antes e o depois* (ibid., 2007).

Com a revolução científica emerge uma concepção de tempo substancialmente distinta (Coveney & Highfield, 1992), defendendo-o Galileo Galilei numa perspectiva abstracta, vista como um parâmetro que vale para todo o tipo de movimento e não só para o uniforme como pensava Aristóteles. É desta forma que tempo, espaço e matéria passam a ser os três grandes conceitos da física moderna clássica – o mecanicismo. A análise do tempo passa a ser centrada num contexto físico e visto como uma realidade transcendente ou como uma relação.

Para Newton o tempo perde esta transcendência, fluindo sem relação com nada exterior. Tempo e espaço não são mais meras categorias dos corpos, mas são independentes deles e movem-se no respectivo contexto. O carácter absoluto do tempo em Newton é dominante na filosofia moderna, inclusive de Kant que, contudo, introduz uma nova inflexão no modo de considerar a situação – a completa independência do tempo em relação às coisas que nele ocorrem.

Com Einstein, o tempo passa a ser visto como estando afectado pela matéria e energia, podendo ser como que manipulado. Na feliz expressão de Klein (2007) ... *o tempo físico perdeu um pouco da sua suposta pureza e muita da sua independência: reencontrou-se inseparavelmente ligado ao espaço, associado à energia, ancorado na matéria* (p. 9). Sabemos que em campos gravitacionais fortes e para observadores em movimento, o fluxo do tempo é condicionado pela massa e pela energia nela contida e daí a posição einsteiniana - *every reference-body has its own particular time; unless we are told the reference-body to which the statement of time refers, there is no meaning in a statement of the time of an event* (The Internet Encyclopedia of Philosophy).

Reconhecendo embora todo o esforço de aprofundamento efectuado, tanto pela filosofia, como pela ciência, continuam por responder questões como - Qual a relação entre o tempo e o universo? Em que consiste afinal o tempo que flui, o qual se não altera, mas que faz com que tudo se altere? Qual a verdadeira relação do tempo com as coisas? Qual a razão por que o tempo possui um sentido? Que convergências existem entre o tempo físico e o tempo vivido? Existe um tempo, ou vários tempos ao mesmo tempo?

Independentemente da oportunidade das interrogações, o Homem tem vindo a procurar conviver com o tempo através das percepções sobre ele desenvolvidas, estabelecendo no





interior do próprio tempo, múltiplas variedades – tempo para pensar, tempo para intervir, tempo para partilhar, tempo para ser, ... Carrière (1999) considera que *é bem possível que a nossa época seja o tempo em que os tempos que inventámos estejam a desaparecer, sem que saibamos decidir se é bom ou mau que assim aconteça* (p. 145). Curiosamente, a expressão anglo-saxónica *deep time* está centrada no entendimento de que o Universo existe desde há muito, enquanto o aparecimento da humanidade se confina aos últimos segundos do metafórico relógio geológico, tendo esta situação implicações ao nível da Cosmologia, da Biologia e, obviamente, das Ciências da Terra. Isto não deixa de contribuir, também, para o nível de uma cultura de intervenção do aluno, tendente ao desenvolvimento de uma cidadania mais consciente. Por exemplo, os actuais debates sobre problemas ambientais têm cada vez mais presente a perspectiva temporal em relação à ocorrência de acontecimentos como, por exemplo, o aquecimento global e a alteração do nível do mar (Trend, 2005). Assim, intervir para o “bem-estar” do planeta Terra passa pela compreensão da escala temporal em que os fenómenos que o afectam ocorrem e da necessidade de se actuar em tempo útil se queremos preservá-lo. No entanto, a abordagem curricular do conceito de tempo assume, também, um papel relevante no desenvolvimento de uma cidadania mais exigente.

A complexidade da temática do tempo estende-se à Educação em Ciência, particularmente à Educação em Geologia, o que torna compreensível o número de estudos (Escribano Ródenas, 2008; Dodick & Orion, 2003; Marques & Thompson, 1997) que neste domínio têm vindo a ser efectuados. Eles indicam que a abordagem do tempo é uma tarefa cognitivamente exigente, dificultando a apropriação, por parte dos alunos, do conceito de tempo geológico.

Ao nível da Educação em Geologia, a reflexão sobre o conceito de tempo e o reconhecimento da sua imensidão é fundamental para o enriquecimento de um pensamento que permite compreender o impacte que têm os imperceptíveis e lentos processos, ao nível de mudanças profundas como, por exemplo, sucede no âmbito da geomorfologia.

### **3. Procedimentos metodológicos - elaboração e administração de um questionário**

No sentido de se compreender as concepções de alunos do 7º ano de escolaridade sobre o conceito de tempo, foi construído um questionário que integra questões abertas, fechadas e de estimação (Pardal & Correia, 1995), o qual passou pela conceptualização e definição de



objectivos, pela elaboração de questões e posterior validação do questionário junto de um painel de juízes e pela implementação numa fase piloto.

O questionário administrou-se em dois momentos, referindo-se esta comunicação à implementação e análise de resultados no âmbito do estudo piloto. Os objectivos a atingir são apresentados na Tabela I.

As categorias de conteúdo indicam-se na referida tabela, tendo em conta, por um lado, os conceitos de idade relativa e absoluta e, por outro, a proximidade temporal (escala de tempo convencional e escala de tempo geológico), a proximidade física em relação a diferentes acontecimentos, o grau de abstracção associado à compreensão destes e a importância atribuída ao conceito de tempo na aprendizagem da Geologia.

Objectivos	Categorias de conteúdo	Perguntas do questionário
<b>1. Diagnosticar as concepções dos alunos acerca do conceito de tempo</b>	<b>1.1.</b> O conceito de tempo.	1; 1.1; 2.1; 2.2; 2.3
	<b>1.2</b> A idade relativa.	3; 4.1; 4.2; 5; 6; 7.1; 7.1.1; 7.2; 8; 8.1
	<b>1.3.</b> A idade absoluta.	4.3; 4.3.1; 8; 8.1
	<b>1.4.</b> Os critérios usados na criação da escala do tempo geológico.	11
<b>2. Identificar os factores que condicionam a compreensão do conceito de tempo geológico</b>	<b>2.1.</b> A proximidade física.	13.3; 13.5
	<b>2.2.</b> O grau de abstracção.	13.1; 13.2; 13.8; 13.10
<b>3. Diagnosticar a importância que os alunos atribuem ao “tempo” na aprendizagem da Geologia</b>	<b>3.1.</b> A relevância do conceito de tempo geológico.	9; 10; 12; 13.4; 13.6; 13.7; 13.9

**Tabela I** – Objectivos e categorias de conteúdo onde se integram perguntas do questionário.

Ilustra-se, de seguida, a natureza das perguntas que integram o questionário, apresentando três delas, bem como a forma como se articulam com os objectivos definidos.

Em relação ao Objectivo 1, o aluno foi confrontado com a pergunta que consta na Figura 1.

3. Ordena os acontecimentos que se seguem, indicando na Tabela I as letras correspondentes à sua ordem de ocorrência.

*A. 1.ª Guerra Mundial.*  
*B. Separação da Pangea.*  
*C. Nascimento do meu pai.*  
*D. Ocorrência do último tsunami no Índico.*  
*E. O meu último aniversário.*  
*F. Formação da Terra.*  
*G. Expo98.*  
*H. Nascimento do meu avô.*  
*I. Extinção dos dinossauros.*  
*J. Último Campeonato da Europa de Futebol.*  
*L. Formação da Serra da Estrela.*

Mais

Antigo

Mais

Recente







Sublinha-se que na análise das questões fechadas e de estimação recorreu-se à análise quantitativa descritiva e nas questões abertas, em que os alunos manifestam a sua opinião, foi utilizada a análise de conteúdo.

#### 4. Resultados preliminares

Em relação ao Objectivo 1, as respostas obtidas permitiram constatar que: para a maioria dos alunos (mais de 85%) a existência do tempo não depende de instrumentos de medida. Das justificações apresentadas sublinha-se o seguinte extracto - *porque se não houvesse tempo não havia uma sucessão dos dias e das noites* (Q40); para cerca de 15% dos alunos, a existência de tempo é função dos instrumentos de medida, como mostra a seguinte passagem - *Não existiria tempo porque não tínhamos maneira de 'controlá-lo' nem de contá-lo* (Q20); em relação à compreensão de expressões coloquiais acerca do conceito de tempo (ex. o significado de *em tempo algum*), verifica-se que a maioria dos alunos não mostra conhecer o seu significado.

Quanto ao Objectivo 2, constatou-se que a maioria dos alunos considera que as principais razões que dificultam a aprendizagem do tempo recaem: na complexidade associada ao conceito de tempo geológico (59%); na grande distância temporal que lhe é inerente (78%) e é expressa através de números consideravelmente grandes (65%) e na necessidade de uma grande capacidade de memorização (69%).

Acerca do Objectivo 3 pode dizer-se que existe alguma divergência em relação à utilização do conceito de tempo para a compreensão de acontecimentos geológicos. Para mais de 50% dos alunos, a referida utilização facilita um melhor entendimento da história da Terra. No entanto, uma percentagem acima dos 40% afirma que tal utilização é um factor dificultador da percepção da história da Terra. Ainda em relação a este objectivo obtiveram-se respostas que permitem inferir que os alunos compreendem com mais facilidade os acontecimentos de curta duração como, por exemplo, os sismos (72%), mas têm dificuldade em perceber acontecimentos que impliquem grande extensão de tempo, como é o caso da modelação do relevo (79%). Curiosamente, cerca de 50% dos alunos revelam que compreender o tempo geológico é dispensável na aprendizagem da Geologia, mas uma percentagem superior a 80% entende que o referido conceito é importante na explicação dos acontecimentos pré-históricos.

A análise das respostas, especialmente as que se articulam com o Objectivo 1, mostram parecer haver alguma relação entre a posição emergente sobre a existência de um tempo



independente de instrumentos de medida e a perspectiva de Newton sublinhada na secção 2, quando defende que tanto o tempo como o próprio espaço não serão mais entendidos como simples categorias dos corpos, mas estão independente deles e para além deles.

Sobre as dificuldades encontradas nas respostas relativas aos factores que condicionam a compreensão do conceito de tempo, poderão ter algum grau de articulação com o entendimento de Galileu Galilei, ao defender uma perspectiva eminentemente abstracta do tempo e visto, até, como uma realidade transcendente. São estas posições que continuarão a dar sentido às questões relacionadas com razão de ser do fluir do tempo e com as convergências existentes entre o tempo físico e o tempo vivido.

Em relação à importância do tempo “profundo” para a compreensão da Geologia, a posição dos que entendem que o “tempo” tem potencialidades para facilitar a compreensão da história da Terra poderá estar a manifestar alguma proximidade com uma ideia referida na secção 2. Do que aí se diz, pressupõe-se que é possível inculcar no tempo registos que são cruciais na história da Terra, na medida em que ele é visto como a “imagem móvel da eternidade imóvel”, isto é, do longo processo desenvolvido desde o início do planeta Terra.

## **5. Considerações finais**

O processo de desenvolvimento do projecto de investigação, particularmente o trabalho efectuado aquando da elaboração do instrumento de recolha de dados e a análise das respostas no âmbito do estudo piloto, mostraram a conveniência de se proceder a uma reflexão, envolvendo os diversos participantes na concepção de materiais curriculares. A intenção é enriquecer o quadro conceptual, mas também conduzir ao reconhecimento de que a natureza do tempo atinge um efectivo grau de complexidade. Esta preocupação merece tanto mais relevo quanto não tem aparecido, de forma explícita, nos estudos que vêm sendo efectuados.

Indicadores do estudo piloto apontaram a oportunidade dos objectivos formulados para o instrumento de recolha de dados, bem como para a respectiva adequabilidade, independentemente da necessidade de se procederem a naturais reajustamentos e, ainda, para a relevância do próprio projecto de investigação.

## **Referências bibliográficas**

Cachapuz, A.; Gil-Pérez, D.; Carvalho, A. M.; Praia, J. & Vilches, A. (2005). *A Necessária Renovação do Ensino das Ciências*. S. Paulo: Cortez Editora.





- Carrière, J. C. (1999). As perguntas da esfinge. In C. David; F. Lenoir & J.-P. Tonnac (Org.). *O fim dos tempos*. Lisboa: Terramar.
- Coveney, P. & Highfield, R. (1992). *La flecha del tiempo*. Barcelona: Plaza y Janés.
- Dodick, J. & Orion, N. (2003). Measuring Student Understanding of Geological Time. *Science Education*, 87, 708-731.
- Escribano Ródenas, M. (2008). La medida del tiempo geológico: un reto en secundaria. *Actas del XV Simposio sobre Enseñanza de la Geología*, 119-127.
- Eurydice. The Information network on education in Europe (2006). *Science teaching in schools in Europe. Policies and research*. Brussels: Eurydice European Unit. Disponível em [www.eurydice.org](http://www.eurydice.org)
- Klein, E. (2007). O Tempo de Galileu a Einstein. Lisboa. Caleidoscópio Editora.
- Marques, L. & Thompson, D. (1997). Portuguese students' understanding at age 10/11 and 14/15 of the origin and nature of the Earth and the development of Life. *Research In Science and Technological Education*, 15, 29-51.
- Pardal, L. & Correia, E. (1995). *Métodos e técnicas de investigação social*. Porto: Areal Editores.
- Saint Augustin (1982). *Confession*. Livre XI. Trad. L. Mandalon. Paris: Ed. Seuil. The Internet Encyclopedia of Philosophy. What does Science Require of Time? In <http://www.iep.utm.edu/time.htm>. Consultado em 16.01.2009.
- Trend, R. (2005). Individual, situational and topic interest in geoscience among 11-and 12-year-old children. *Research Papers in Education*, 20 (3), 271-302.

---

<sup>i</sup> “Deep time in schooling: contributions of students’ perceptions for the development of scientifically literate citizens”, em curso no Centro de Investigação em Didáctica e Formação de Formadores (CIDFF), da Universidade de Aveiro.

